

Cambio global, alta montaña y adaptación: una aproximación social y geográfica	Titulo
Glave Testino, Manuel - Autor/a; Vergara Rodríguez, Karla Viviana - Autor/a;	Autor(es)
Investigación para el desarrollo en el Perú : once balances	En:
Lima	Lugar
GRADE	Editorial/Editor
2016	Fecha
	Colección
Política social; Proyectos de desarrollo; Cambio climático; Perú;	Temas
Capítulo de Libro	Tipo de documento
"http://biblioteca.clacso.edu.ar/Peru/grade/20170417010908/adaptacionclimatica_MG_35.pdf"	URL
Reconocimiento-No Comercial CC BY-NC http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/deed.es	Licencia

Seguí buscando en la Red de Bibliotecas Virtuales de CLACSO
<http://biblioteca.clacso.edu.ar>

Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO)
Conselho Latino-americano de Ciências Sociais (CLACSO)
Latin American Council of Social Sciences (CLACSO)
www.clacso.edu.ar



Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales
Conselho Latino-americano de Ciências Sociais
Latin American Council of Social Sciences



CAPÍTULO 10

CAMBIO GLOBAL, ALTA MONTAÑA Y ADAPTACIÓN: UNA APROXIMACIÓN SOCIAL Y GEOGRÁFICA

Manuel Glave y Karla Vergara

Resumen

El presente estudio documenta los principales avances en tres ámbitos: el institucional, el de la generación de conocimiento científico y el de los proyectos de adaptación frente al cambio climático en el Perú. Asimismo, mediante un análisis de caso en la cordillera Blanca, se evidencian las posibles limitaciones que pueden enfrentar los proyectos de adaptación cuando se implementan desde una mirada sectorial carente de suficiente información física y social.

A partir de estas evidencias, se discute la importancia de estudiar los ecosistemas de montaña desde el concepto de cambio global y se identifican tres retos para la adaptación efectiva en el Perú: a) compatibilizar las actividades productivas y los modos de vida con la realidad hidrológica; b) elaborar y ejecutar proyectos de adaptación que tomen en cuenta la realidad física y social en su ámbito de estudio, así como las realidades externas; y c) integrar investigaciones físicas y sociales en las políticas públicas.

El análisis de estos retos promueve una reflexión espacial y temporal sobre la necesidad de contar con una política multisectorial peruana que no solo responda o implemente proyectos de adaptación tomando en cuenta las realidades y necesidades de las poblaciones de los ecosistemas de montaña, sino que también compatibilice los proyectos aguas abajo —proyectos de irrigación, suministros de agua potable para las ciudades, trasvases, entre otros— con la realidad hídrica de las cuencas, y los efectos actuales y futuros del cambio climático en los ecosistemas de montaña.

Introducción

Desde que en el 2001 el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) definiera el cambio climático como «una importante variación estadística en el estado medio de clima o variabilidad [...] que puede deberse a procesos naturales internos o a un forzamiento externo, o a cambios antropógenos duraderos en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra»,¹ se presentaron una serie de retos para los países que adoptaron y asumieron esa postura. Por un lado, los países denominados del primer mundo tienen que actuar sobre todo en la reducción de sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y en la búsqueda de nuevas tecnologías amigables con el medioambiente. Por otro lado, los países en vías de desarrollo tienen como meta principal la reducción de su vulnerabilidad y la adaptación a los cambios por efecto del cambio climático.

Por ello, la Comisión Nacional de Cambio Climático se ha planteado entre sus objetivos la mitigación y adaptación al cambio climático. Sobre la base de estudios y proyecciones científicas, se busca implementar diversos programas de mitigación como reforestación, forestación y bonos de carbono, así como capacitaciones y programas de adaptación con énfasis en las poblaciones pobres de alta montaña. Los ecosistemas de alta montaña son claves en el análisis de los efectos del cambio climático, pues no solo brindan información sobre la historia del clima mediante los testigos de hielo, sino que son una de las principales fuentes de recursos naturales, en especial de agua. Es en estos ecosistemas donde se puede apreciar con mayor intensidad el cambio climático, sobre todo mediante la tendencia y monitoreo del derretimiento glacial.

El Gobierno peruano ha manifestado su reconocimiento de la importancia de las montañas mediante acciones concretas. Al ser uno de los países partícipes de la Cumbre de la Tierra (1992), el Estado asumió una serie de compromisos para lograr el desarrollo sostenible, entre estos los relacionados con la montaña. Así, en la Conferencia de la Organización de

1 IPCC (2001).

las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río + 20 (2012), el país inauguró el Pabellón de Montañas, con el fin de destacar los ecosistemas de montaña y promover la discusión sobre su importancia en el abastecimiento de agua, la conservación de la diversidad biológica, la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.

Asimismo, el Perú presentó el *Informe país*, documento que recopila los principales logros, avances y limitaciones en el cumplimiento de los compromisos asumidos en la Cumbre de la Tierra, así como las perspectivas y retos que tendrá en el futuro para lograr el desarrollo sostenible. En el punto 28 del «Resumen ejecutivo», se señala que «el Perú es un país de montañas y, en estos veinte años, ha registrado un proceso de recuperación y reconocimiento de las estrategias de manejo de los ecosistemas de alta montaña que desarrollan las comunidades andinas, asociado a la revalorización de la cultura, el conocimiento tradicional, la conservación y el uso de la agrobiodiversidad andina» (Ministerio del Ambiente 2012).

Efectivamente, el Estado peruano ha presentado avances significativos en lo que se refiere a los instrumentos de política y gestión sobre el cambio climático. La Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (2016) y la nueva Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (2015) muestran los avances en investigación y los esfuerzos por aplicar la transversalidad y la multisectorialidad en los proyectos de mitigación y adaptación. Sin embargo, en este último ámbito —sobre todo de las poblaciones localizadas en los ecosistemas de montaña—, está pendiente elaborar y aplicar estrategias y respuestas precisas de adaptación para las poblaciones alejadas, con pocos recursos económicos y que dependen de los elementos climáticos para realizar sus actividades.

Por ello, el objetivo de este documento es mostrar los avances que se han logrado en el Perú en el ámbito del conocimiento científico, las políticas y los proyectos con respecto a la adaptación frente al cambio climático. Asimismo, se busca evidenciar, mediante el concepto de cambio global, cómo los proyectos de adaptación ya impulsados pueden verse frenados por no incluir contextos que trascienden la localidad. De esta manera, se

promoverá una reflexión espacial y temporal no solo en la implementación de proyectos de adaptación en ecosistemas de montaña, sino también en la elaboración de proyectos aguas abajo, tales como proyectos de irrigación, suministros de agua potable para las ciudades, trasvases, entre otros.

El documento se divide en tres partes. En la primera se resaltan los avances institucionales del Estado peruano en el tema de cambio climático y adaptación, se presenta un breve resumen de los aportes de investigación y se sistematizan los proyectos de adaptación aplicados en el Perú. En la segunda sección se reflexiona sobre los avances presentados y se discute la importancia del concepto de cambio global, las montañas y su investigación, con miras a comprender de manera integral la dinámica de transformación que implica el cambio climático tanto para estos ecosistemas como para los procesos o proyectos de adaptación. Finalmente, en la tercera y última sección se discuten algunos retos para implementar una nueva adaptación efectiva frente al cambio climático en los Andes peruanos.

1. Avances institucionales, de investigación y adaptación en los ecosistemas de montaña en el Perú

El Ministerio del Ambiente (MINAM) (2010a) señala que, en el Perú, el cambio climático genera los siguientes nueve efectos: a) Cambios en los patrones de lluvia, que traen como consecuencia sequías e inundaciones. b) La elevación del nivel del mar, cuyas principales afectaciones se relacionan con la disponibilidad de agua potable, el turismo y la pesca. c) El derretimiento de los glaciares, que ya ha generado la pérdida del 22% de su cobertura durante los últimos 35 años. d) Las olas de calor, que contribuyen a la expansión de enfermedades. e) El aumento de las temperaturas, que intensifica la expansión de plagas y el riesgo de que se produzcan incendios forestales. f) El incremento de la frecuencia e intensidad de los desastres climáticos. g) La ocurrencia del evento de El Niño más frecuente e intenso. h) La sabanización del Amazonas, que podría producir millones de toneladas de CO₂. i) La reducción de la biodiversidad y el aumento del número de especies en peligro de extinción.

En este contexto, el Perú es un país altamente vulnerable al cambio climático, debido a factores estructurales exacerbados por la pobreza e inequidad, que se suman a la condición de vulnerabilidad existente en los ecosistemas de importancia global: a) zonas costeras bajas; b) zonas áridas y semiáridas; c) zonas expuestas a inundaciones, sequías y desertificación; d) ecosistemas montañosos frágiles; e) zonas propensas a desastres; f) zonas de alta contaminación atmosférica urbana; y g) economías dependientes en gran medida de los ingresos generados por la producción y el uso de combustibles fósiles (Ministerio del Ambiente 2015). Sin embargo, el cambio climático no debería ser considerado como una situación generalizada de consecuencias negativas. Algunos estudios (Malletta 2009, Malletta y Malletta 2011) señalan potenciales impactos positivos, e incluso identifican experiencias positivas de las comunidades altoandinas frente a las variaciones climáticas (Vergara Rodríguez 2012). Por lo tanto, desde la investigación, se trata de una oportunidad para indagar los efectos locales negativos y positivos del cambio climático en los ecosistemas, las sociedades y sus actividades.

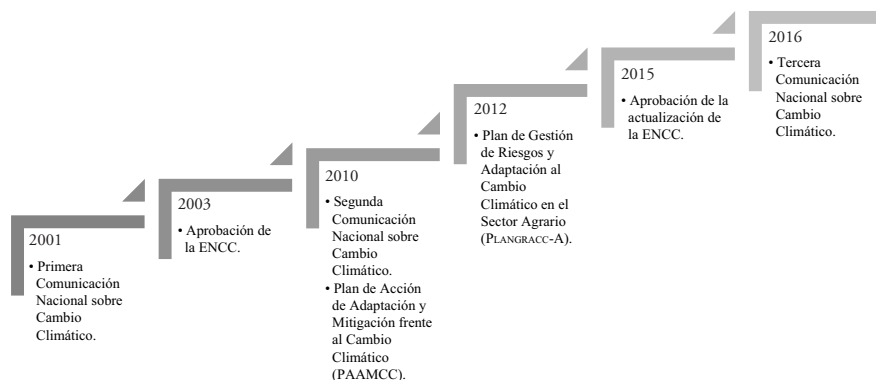
1.1. Avances desde el Estado peruano

En el Perú, el marco de implementación de los procesos de adaptación parte por determinar la población y sistemas que son vulnerables al cambio climático, y ante qué amenazas —sequías, heladas, etcétera— lo son. Una vez evaluada la vulnerabilidad, la adaptación es abordada a través de cuatro medios de implementación: a) institucionalidad y gobernanza, b) conciencia y fortalecimiento de capacidades, c) conocimiento científico y tecnología, y d) financiamiento (Ministerio del Ambiente 2016). En el Estado peruano se han producido avances significativos en adaptación como consecuencia de a) la integración de los conceptos de gestión de riesgos y cambio climático en las políticas e instrumentos de planificación e inversión en los diferentes sectores y niveles de gobierno, b) el desarrollo de la investigación, así como c) la generación de información física y social para implementar proyectos de adaptación.

Avances en los documentos de gestión²

Durante la última década, se han venido desarrollando diversos instrumentos de política nacional, regional y sectorial relevantes para la adaptación al cambio climático (gráfico 1). El Perú, como país signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), viene implementando acciones en función de sus aportes y obligaciones a la gestión internacional del cambio climático (Ministerio del Ambiente 2015). La Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC)³ coordina la implementación de la CMNUCC y del Protocolo de Montreal, realiza el seguimiento de los diversos sectores públicos y privados en la aplicación de la CMNUCC, y se encarga del diseño y seguimiento de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).

Gráfico 1
Documentos nacionales sobre la gestión
del cambio climático y su adaptación



2 Para mayor detalle, revisar la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (Ministerio del Ambiente 2015) y la Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Ministerio del Ambiente 2016).

3 Presidida en ese entonces por el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y ahora por el MINAM.

La CNCC tiene la responsabilidad de producir comunicaciones nacionales, que son documentos en los que se reportan las emisiones de nuestro país y las medidas previstas para mitigarlas. En el 2001 se elaboró la Primera Comunicación Nacional, en la que se describían las circunstancias nacionales; el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); la reseña sobre el derecho ambiental en el Perú; las políticas, las medidas y los programas relacionados con el cambio climático —sobre vulnerabilidad y adaptación—; y la identificación de necesidades y limitaciones financieras y tecnológicas de las poblaciones vulnerables (Comisión Nacional de Cambio Climático 2001).

En el 2003 se elaboró la primera ENCC (Presidencia del Consejo de Ministros 2003), con el objetivo de que el Perú conozca su vulnerabilidad al cambio climático. Esto significa incorporar en sus políticas y planes de desarrollo las medidas de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, que la población sea consciente de los riesgos y que el país mejore su competitividad. Esto último supone un manejo responsable de los recursos y de las emisiones de gases de efecto invernadero, sin comprometer el desarrollo sostenible.

En el 2010 se presentó la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (SCNCC), cuyos estudios fueron realizados sobre la base de la Primera Comunicación Nacional y el Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire (PROCLIM). De esta manera, el MINAM buscó continuar con el proceso de fortalecimiento de las capacidades nacionales en el adecuado manejo de los recursos humanos, institucionales y financieros para enfrentar al cambio climático en áreas geográficas y ciudades priorizadas del país. Entre los temas más relevantes contenidos en la SCNCC se encuentra el *Inventario nacional de gases de efecto invernadero*, los avances en la mitigación y en la adaptación al cambio climático, y el estado de la vulnerabilidad del Perú a nivel local, regional y nacional. Otra información relevante es la presentación de escenarios climáticos a nivel nacional (proyecciones al 2030) y para las cuencas de los ríos Mantaro, Mayo, Santa y Urubamba (Ministerio del Ambiente 2010b).

También en el 2010 se elaboró el PAAMCC, que describe la propuesta del MINAM referente a programas, proyectos y acciones prioritarias de corto y mediano plazo frente al cambio climático, así como los objetivos estratégicos, líneas temáticas e indicadores generales para evaluar los avances del plan. En la «Temática 3: Adaptación al cambio climático» se señala que el Estado tiene un presupuesto destinado de 1 278 989 147 soles para 21 proyectos de adaptación. Asimismo, se indica que existen 9 proyectos en ejecución —Promoviendo el Manejo Sostenible de la Tierra en Apurímac (MST-Apurímac), Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio o Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA), Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC), entre otros—, 11 en negociación y 5 como propuestas. Por último, se detallan los 45 proyectos de inversión pública sobre cambio climático, todos referidos a adaptación; de estos, 9 se encuentran en ejecución; 8, en formulación; 9, en evaluación; y 19, en situación viable (Ministerio del Ambiente 2010c).

En el 2012, se aprobó el Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario Periodo 2012-2021 (PLANGRACC-A). Este instrumento, producto del proceso participativo en las 24 regiones, proporciona un diagnóstico sobre gestión de riesgo de desastres (GRD) y adaptación al cambio climático (ACC) en el sector agrario. Además, contiene ejes, objetivos y acciones estratégicas para la reducción de los riesgos y vulnerabilidades, la generación de resiliencia y el desarrollo de medidas de adaptación frente al cambio climático en el sector (Ministerio de Agricultura 2012). Los avances del Grupo de Trabajo Técnico de Seguridad Alimentaria y Cambio Climático (GTTSACC) sobre la implementación del PLANGRACC-A fueron difundidos hasta setiembre del 2014.

En el 2015, se elaboró una nueva Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (ENCC), estructurada de acuerdo con la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública al 2021, como instrumento orientador y promotor de las acciones nacionales referentes al cambio climático. La ENCC suministra los lineamientos necesarios para que los sectores,

regiones e instituciones públicas la implementen a través de sus planes de acción. Asimismo, constituye el marco orientador para la formulación y el cumplimiento de las decisiones y compromisos internacionales en el marco de la CMNUCC, incluyendo la formulación de acciones de reducción de GEI y adaptación comprendidas en la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (iNDC por sus siglas en inglés) (Ministerio del Ambiente 2015). Por otro lado, en el proceso de descentralización nacional, el principal avance ha sido la formulación y conducción de las estrategias regionales de cambio climático (ERCC) por parte de los gobiernos regionales, de acuerdo con su Ley Orgánica (Ley 27867). Hasta junio del 2015, 16 regiones habían aprobado sus ERCC,⁴ 5⁵ se encontraban en proceso de formulación; y 6,⁶ en proceso de actualización (Ministerio del Ambiente 2016).

En abril del 2016, se publicó la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (CNCC3), que incluye el Inventario Nacional de GEI con año base 2012, y los resultados de las actualizaciones de los inventarios de GEI con años base 2000, 2005 y 2010. También contiene un resumen de las medidas formuladas, adoptadas e implementadas por el Perú para la gestión y planificación de la reducción de emisiones de GEI. Una sección está dedicada al análisis de los avances en la institucionalidad y gobernanza, conciencia y fortalecimiento de capacidades, conocimiento científico y tecnología, y financiamiento para la adaptación al cambio climático. Asimismo, se sistematizan iniciativas y resultados de los proyectos de adaptación implementados. Por último, se detallan los temas pendientes para cada uno de los medios de implementación (Ministerio del Ambiente 2016).

En la actualidad, se encuentra en diseño y elaboración la *Hoja de ruta del Plan Nacional de Adaptación*. Este será el instrumento para el cumplimiento de los indicadores-meta establecidos en las contribuciones nacionales de adaptación al cambio climático; su objetivo general es lograr que se generen los mecanismos y lineamientos para la adaptación efectiva en el país. Igualmente,

4 Amazonas, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Junín, Ica, Lambayeque, Lima Metropolitana, Loreto, La Libertad, Piura, Puno, Tacna y Ucayali.

5 Áncash, Lima Región, Madre de Dios, San Martín y Tumbes.

6 Amazonas, Ayacucho, La Libertad, Lambayeque, Piura y Puno.

se están impulsando en las regiones acciones de implementación de sus ERCC; son pioneras las regiones de Apurímac y Cusco, que han elaborado sus planes de implementación y han logrado articular iniciativas de proyectos al presupuesto público. De igual forma, a nivel sectorial, el MINAGRI viene actualizando el PLANGRACC-A; el Ministerio de la Producción está formulando el Plan de Acción en Cambio Climático en el Sector Pesca y Acuicultura; y el Ministerio de Salud (MINSa) está en proceso de aprobación del Plan Integral de Mitigación y Adaptación frente a los efectos adversos del cambio climático en la salud pública (Ministerio del Ambiente 2016).

Avances en la generación de conocimiento físico y social

El desarrollo de conocimiento científico es clave, pues permite identificar los efectos actuales y proyectados del cambio climático. Para este último punto, es necesaria la construcción de escenarios climáticos, de tal manera que se pueda estimar la ocurrencia de los peligros, anticipar sus impactos y elaborar las evaluaciones de vulnerabilidad futura. «Las evaluaciones de vulnerabilidad actual, enmarcadas en un diagnóstico socioeconómico y ambiental, y futura permiten identificar quiénes son los más vulnerables, qué se debe proteger y cuáles son las amenazas actuales y futuras del cambio climático» (Ministerio del Ambiente 2016). Como resultado, se facilita la toma de decisiones informadas para reducir la vulnerabilidad y proponer respuestas de adaptación robustas con el fin de enfrentar los riesgos de los impactos del cambio climático y aprovechar sus impactos positivos.

A partir de la conformación de la CNCC en 1993, se inicia desde el Estado una línea de investigación para estudiar, analizar y actuar frente al cambio climático. Desde entonces, se han venido implementado iniciativas de diferentes entidades públicas en el marco de sus funciones y competencias, y con el apoyo financiero de la cooperación internacional. En esta línea, destacan ocho programas o proyectos que han contribuido sustancialmente al proceso de adaptación del país (tabla 1). Estas iniciativas

Tabla 1
Proyectos o programas con generación de conocimiento

Iniciativa	Financiador/ejecutor	Ámbito	Descripción
Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire (PROCLIM) (2003-2005)	INRENA, FONAM,	Ayacucho, Junín y	La primera implementación de la ENCC se concretó mediante este programa.
	MINEM, Produce, MTC,	Huancavelica	El trabajo se orientó a sistematizar y ampliar el conocimiento sobre las condiciones climáticas actuales y a generar escenarios de cambio climático futuros.
	CONCYTEC, Autoridad	(río Mantaro),	Tuvo entre sus líneas de acción la adaptación y formulación de prioridades
	Autónoma de la Cuenca	Piura (río Piura) y	nacionales sobre la base de estudios de vulnerabilidad climática que analizaron
	Hidrográfica Chira-Piura,	Áncash (río Santa)	tres criterios de vulnerabilidad: ocurrencia de situaciones de peligros climáticos, situación de pobreza y presencia de agrobiodiversidad.
Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático o Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA) (2007-2014).	IGP, SENAMHI, Soluciones		Este programa fue muy importante, pues fue el primero en analizar el componente temático de vulnerabilidad y adaptación, y realizar evaluaciones locales integradas (ELI) en las cuencas de los ríos Mantaro, Piura y Santa.
	Prácticas ITDG, Comité		
	Ambiental Juvenil, Drgesa,		
	Centro de Eficiencia		
	Tecnológica y CONAM		
Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático o Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA) (2007-2014).	MINAM, BM, CAN, Fondo	Junín, Cusco y	El proyecto buscó apoyar los esfuerzos regionales que se realizan en el Ecuador, el Perú y Bolivia para definir medidas de adaptación y alternativas de políticas de desarrollo rural que enfrenten los impactos previstos del cambio climático en los glaciares de los Andes tropicales, así como para implementar actividades de adaptación piloto de alta prioridad.
	para el Medio Ambiente	Piura	Para su ejecución, el MINAM trabajó en colaboración con diversas entidades, como SENAMHI, Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (Agro Rural), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Municipalidad Distrital de Santa Teresa (Cusco), Municipalidad Provincial de Huancayo, Municipalidad Distrital de El Tambo, SEDAM Huancayo, gobiernos regionales de Cusco y Junín, y CARE Perú.
	Mundial		

► Iniciativa	Financiador/ejecutor	Ámbito	Descripción
Proyecto Segunda Comunicación Nacional (2010)	GEF, Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos del MINAM y PNUD	Nacional	En el 2007, el Perú comenzó la generación de escenarios con énfasis en los efectos sobre el retroceso de los glaciares para las cuencas de los ríos Mantaro y Urubamba. Asimismo, el SENAMHI desarrolló estudios para determinar la disponibilidad hídrica presente y futura de las subcuencas de Santa Teresa (Cusco) y Shullcas (Junín). El IGP llevó a cabo la iniciativa Andesplus-Perú (2011-2012), con el fin de identificar las metodologías más adecuadas para los proyectos de adaptación en zonas de alta montaña mediante el análisis de experiencias en la cuenca del río Mantaro.
			Concebido y diseñado para que sus actividades y resultados trascendieran el ámbito de la recolección de información y comunicación de acciones respecto al cambio climático. Adicionalmente, buscó incidir en el fortalecimiento de capacidades institucionales y la incorporación de la temática en los sectores y organizaciones públicas vinculadas al desarrollo nacional. Todos los estudios se alinearon sobre la base de la Primera Comunicación Nacional y el PROCLIM. De esta manera, recogieron los avances en la adaptación al cambio climático y el estado de la vulnerabilidad del Perú en el nivel local, regional y nacional. Se elaboraron escenarios climáticos tanto en el nivel nacional como para las cuencas de los ríos Mantaro, Mayo, Santa y Urubamba. También se elaboró la propuesta del Sistema Nacional de Observación Climática (SNOO).
Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) (fase 1: 2009-2013; fase 2: 2013-2016)	CosUDE-Helvetas	Cusco y Apurímac	Iniciativa de la cooperación bilateral peruano-suiza del MINAM, mediante la DGCCDRH, y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (CosUDE). Lideran su implementación los gobiernos regionales de Apurímac y Cusco, y es facilitado por el Consorcio Helvetas Swiss Intercooperation, Libélula y el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES).

► Iniciativa	Financiador/ejecutor	Ámbito	Descripción
			<p>El programa ha elaborado estudios que permiten conocer la vulnerabilidad de la población local al cambio climático sobre la base de tres ejes de acción: agua, seguridad alimentaria y gestión de riesgos.</p> <p>Se ha obtenido información, en el nivel de las microcuencas priorizadas, sobre la oferta y la demanda hídrica, y los conflictos actuales y potenciales de uso; los riesgos de desastres por peligros climáticos; los impactos de la variabilidad climática en los sistemas productivos rurales y en la calidad de vida de la población; y la caracterización agroclimática y estudios de escenarios socioeconómicos.</p>
Proyecto Glaciares+ (fase 1: 2011-2015; fase 2: 2015-actualidad)	Cosude-CARE	Áncash, Cusco y Lima	<p>Cambio Climático de Cosude, ejecutado por el consorcio Universidad de Zúrich y CARE Perú. El proyecto se realiza en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el MINAM, y es implementado por la Unidad de Glaciología de la ANA, los gobiernos regionales de Áncash, Cusco y Lima, y gobiernos y universidades locales.</p> <p>Partiendo del enfoque de Adaptación Basada en la Comunidad (ABC), el proyecto busca mejorar la capacidad de adaptación integral y de reducción de riesgos de desastres frente al fenómeno de retroceso glaciar en el Perú, particularmente en las regiones de Áncash (río Santa), Cusco (río Vilcanota) y Lima (río Cañete).</p> <p>En la primera fase, se elaboraron estudios climatológicos y etnográficos sobre saberes locales y percepciones del riesgo en Áncash y el Cusco.</p>
Proyecto Inversión Pública y Adaptación al Cambio Climático (IPACC) (fase 1: 2011-2015)	BMUB-IKI, GIZ, MINAM, MEF	Nacional, Cusco y Piura	<p>El proyecto IPACC tuvo como objetivo que quienes toman decisiones a nivel nacional y regional conozcan los posibles costos y beneficios del impacto del cambio climático, con el fin de orientar la inversión pública con criterios de gestión del riesgo en un contexto de cambio climático.</p>

► Iniciativa	Financiador/ejecutor	Ámbito	Descripción
			Mediante la actualización del marco normativo y metodológico en los proyectos de inversión pública (PIP), se incorporaron criterios de adaptación al cambio climático: a) El anexo SNIP 05 de la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), vigente desde el 2013, indica que para la sostenibilidad del PIP todo perfil debe considerar los posibles impactos del cambio climático. b) Los lineamientos para la incorporación de medidas de gestión de riesgo en un contexto de cambio climático en PIP de turismo. c) El marco conceptual de la gestión del riesgo en contexto de cambio climático. d) <i>La Guía general de identificación, formulación y evaluación social de PIP a nivel de perfil</i> , que incorpora la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático.
PET 1168-Implementación de Medidas de Adaptación en Cuencas Seleccionadas (IMACC) (2012-2014)	BID-SECCI / MINAM	San Martín (río Mayo) y Áncash (río Santa)	Fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) mediante la Iniciativa de Energía Sostenible y Cambio Climático (SECCI) y ejecutado por el MINAM. Su objetivo era implementar las medidas de adaptación identificadas en las ELI de las cuencas de los ríos Mayo y Santa. El proyecto incluyó el análisis regional de las tendencias climáticas y en glaciares, el análisis de los ecosistemas de alta montaña—incluyendo la calidad del agua e indicadores biológicos— y el análisis de los sistemas sociales e institucionales.
Proyecto Adaptación Basada en Ecosistemas de Montaña-AbE Montaña (2012-2015)	PNUD, BMUB / MINAM	Lima provincia y Junín	Iniciativa colaborativa del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el PNUD, financiada por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear del Gobierno Alemán (BMUB). En el Perú, el programa se ejecuta por encargo del MINAM, y es implementado en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas (RPNYC), con apoyo del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). Las actividades, bajo responsabilidad de la UICN, son implementadas en alianza con el Instituto de Montaña (IM) en las comunidades de Canchayllo y Miraflores.

► Iniciativa	Financiador/ejecutor	Ámbito	Descripción
Proyecto Tercera Comunicación Nacional (2016)	GEF y Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales del MINAM	Nacional	<p>Su objetivo es fortalecer las capacidades del Perú en el nivel nacional, regional y local para implementar las opciones de adaptación con base en ecosistemas (AbE) y reducir las vulnerabilidades de las comunidades, en especial las de alta montaña.</p> <p>Reporta los esfuerzos y avances realizados sobre la gestión del cambio climático, poniendo énfasis en el periodo posterior a la presentación de la Segunda Comunicación del 2010 hasta diciembre del 2015. El reporte incluye la actualización de los inventarios de emisiones de GEI del 2010 y los resultados de los nuevos inventarios de GEI del 2005 y el 2012.</p> <p>Se elaboraron estudios sobre el impacto del cambio climático en la disponibilidad hídrica de las cuencas de los ríos Chicama y Huaura, así como escenarios de disponibilidad hídrica nacional y en las cuencas de los ríos Urubamba, Pampas, Alto Apurímac y Mala.</p> <p>Se destaca el avance en la formulación de las ERCC alineadas con los planes regionales de desarrollo concertado, el desarrollo de las medidas de mitigación apropiadas para cada país (NAMA), el establecimiento del Infocarbono, la ampliación de la red de estaciones hidrometeorológicas, la incorporación de la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático en la formulación de los PIP y el fortalecimiento de la gestión del financiamiento mediante el acceso a nuevas fuentes, entre otros.</p>

Fuentes: Huggel y otros (2015), Ministerio del Ambiente (2010b, 2016); Programa de Adaptación al Cambio Climático (s. f.), Proyecto Glaciares (2016) y Jefatura de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas (2014).
Elaboración propia.

han permitido la elaboración de estudios físicos, escenarios climáticos, estudios socioeconómicos y ambientales —análisis de vulnerabilidad—, así como la implementación de estrategias de adaptación en diferentes escalas territoriales. Algunos de esos proyectos han aportado en la generación de un tipo de conocimiento —estudios físicos, escenarios climáticos o estudios socioeconómicos—, mientras que otros pocos han incluido más de uno (tabla A-1 del anexo). En estos últimos es donde el Estado ha implementado de manera concreta estrategias de adaptación (tabla 2).

1.2. Aportes desde la academia

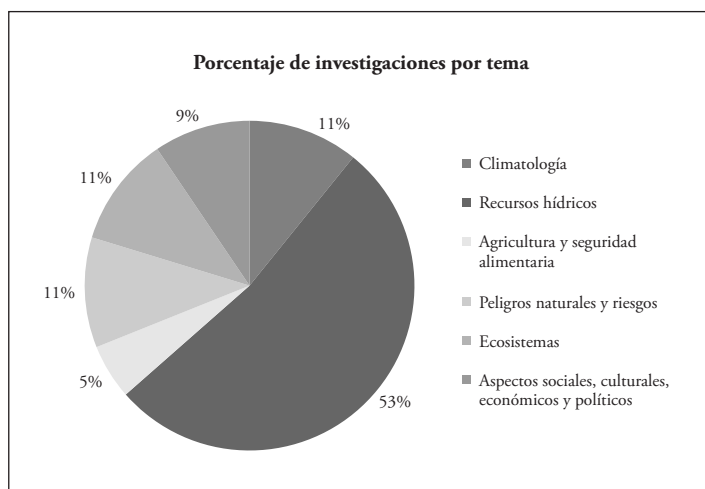
Existe una larga tradición en investigación etnohistórica y arqueológica que muestra la capacidad de la población andina para manejar y gestionar su territorio. Las investigaciones de Murra (1975), Troll (1980) y Dollfus (1981), y la compilación editada por Masuda, Shimada y Morris (1985), son solo algunos de los trabajos que demuestran la persistencia de un modelo de organización social en los Andes peruanos alrededor de la gestión de la verticalidad y el aprovechamiento de la diversidad. Parte de esta nueva visión de las montañas como una condición de vida y como una potencialidad para el aprovechamiento de sus recursos —antes que como una restricción— es incorporada en el imaginario colectivo que sobre los Andes se ha construido en el Perú a partir del trabajo pionero de Pulgar-Vidal (2014) [publicado por primera vez en 1938].

A su vez, durante las últimas décadas, investigadores e instituciones internacionales han realizado estudios físicos y sociales sobre el cambio climático en nuestro país. Para poder ejemplarizar el nivel de aporte de estas investigaciones, se revisó la producción científica indexada desde el 2000 hasta la actualidad en dos servidores: Science Direct e International Development Research Centre (IDRC). En ambos casos, la búsqueda fue delimitada por las palabras claves *Climate Change*, *Perú* y *Andes*, por el método de revisión por pares (*peer reviewers*) y por el ámbito geográfico

Perú. De los más de 400 textos encontrados, la gran mayoría corresponde a estudios en zonas costeras o sobre El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), y 74 publicaciones son estudios de cambio climático en zonas de montaña.

Las 74 investigaciones se dividieron en 6 grandes temas, en función de la evaluación científica propuesta por Huggel y otros (2015): a) climatología, b) recursos hídricos, c) agricultura y seguridad alimentaria, d) peligros naturales y riesgos, e) ecosistemas y, por último, f) aspectos sociales, culturales, económicos y políticos. Como se ve en el gráfico 2, los artículos relacionados con recursos hídricos representan el 53% (39) del total de las investigaciones; les siguen los artículos que tienen como ejes temáticos los aspectos climatológicos, ecosistémicos, y de peligros y riesgos, cada uno de los cuales representa el 11% (8) del total de las publicaciones. Continúan las investigaciones relacionadas con los temas sociales, con 9% (7); y por último, se encuentran las investigaciones relacionadas con la seguridad alimentaria, que representan el 5% (4).

Gráfico 2
Investigaciones sobre cambio climático
en zonas de montaña en el Perú



Elaboración propia.

La mayoría de estudios relacionados con recursos hídricos y cambio climático son estudios glaciológicos que documentan cambios en los siguientes ámbitos: a) glaciares de los Andes (Dornbusch 2000, Weng y otros 2006, Vuille y otros 2008, Jomelli y otros 2009, Vimeux y otros 2009); b) cordilleras como la cordillera Blanca (Mark y Seltzer 2005, Silverio y Jaquet 2005, Vuille, Kaser y Juen 2008, Burns y Nolin 2014, Schauwecker y otros 2014), la del Vilcanota (Salzmänn y otros 2013), la del Huaytapallana (López-Moreno y otros 2014), y las de Huayhuash y Raura (McFadden, Ramage y Rodbell 2011); c) glaciares individuales (Herreros y otros 2009; Peduzzi, Herold y Silverio Torres 2010; Huh, Mark y Hopkinson 2012; Silverio y Jaquet 2012; Thompson y otros 2013; Emmer y otros 2015; Malone y otros 2015).

Otros estudios no solo documentan el acelerado retroceso glaciar, sino también los cambios hidrológicos que genera y su impacto en los medios de vida, especialmente en la cordillera Blanca (Kaser y otros 2003, Mark y otros 2010, Bury y otros 2011, Bury y otros 2013, Gordon y otros 2015, López-Moreno y otros 2016). Asimismo, otros estudios aplican modelos hidrológicos para estimar futuros cambios en los recursos hídricos (Juen y otros 2007, Winkler y otros 2009, Chevallier y otros 2011, Condom y otros 2012, Andres y otros 2014). Además, hay estudios que documentan los problemas o conflictos alrededor del agua y sus implicancias (Fraser 2012, Lynch 2012, Carey, French y OBrien 2012; Roa-García y otros 2015). Por otro lado, hay algunos que motivan el trabajo y la política transdisciplinaria para el manejo adecuado del agua (Mark 2008, Carey y otros 2014).

En el campo del análisis de variables meteorológicas, cambios en el clima, modelos climáticos o predicciones, se encontraron ocho estudios. Dos realizan análisis históricos del clima —en especial de la temperatura— para comprender el comportamiento de las variables climáticas a lo largo del tiempo (Pepin y otros 2013, Sagredo, Rupper y Lowell 2014). Otro par de investigaciones se centran en analizar los comportamientos de las variables climáticas mediante imágenes satelitales: una analiza la precipitación en los Andes (Scheel y otros 2011); y la otra, la temperatura y humedad en una zona específica del Perú (Hofer y otros 2010). También se encontraron dos

estudios que presentan proyecciones climáticas regionales: uno de ellos para todo el territorio de los Andes (Urrutia y Vuille 2009) y el otro para el altiplano (Minvielle y Garreaud 2011). Por último, se hallaron dos estudios referidos a información climática en el Perú: uno proporciona una serie de tiempo histórica, así como herramientas y métodos para homogeneizar la información (Schwarb y otros 2011), mientras que el otro describe el proyecto Climandes y la pronta implementación de servicios climáticos en el Perú mediante el SENAMHI (Rosas y otros 2016).

Con respecto a los estudios relacionados con la susceptibilidad, los desencadenantes y los efectos de las amenazas, dos investigaciones están referidas al análisis del aumento de temperatura y su efecto en el desarrollo de epidemias o enfermedades a mayor altitud (Chinga-Alayo y otros 2004, Catenazzi y otros 2013). Un documento analiza el riesgo de erosión del suelo en la cuenca del Mantaro debido al cambio climático (Correa y otros 2016). Otros dos estudios tienen un componente de mapeo de riesgos o sistemas de alerta temprana (Schneider y otros 2014, Thouret y otros 2013). Otras dos investigaciones analizan la relación histórica entre la sociedad y los desastres (Carey 2005, Evans y otros 2009). Por último, se encontró un estudio que promueve un marco socioambiental integrado para la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo (Carery y otros 2012).

En la literatura referente a ecosistemas y cambio climático, se encontraron tres estudios que analizan los cambios en la distribución de aves, anuros e insectos frente al aumento de la temperatura (Seimon y otros 2007, Hoffman 2010, Ávalos y Hernández 2015). Otros tres estudios analizan la migración de la vegetación arbórea por efectos del cambio climático, y sus limitaciones para desarrollarse en las nuevas condiciones (Feeley y otros 2011; Lutz, Powell y Silman 2013; Rehm y Feeley 2013). Mediante un registro paleoecológico del lago Titicaca, una investigación estudió los efectos de este en el ambiente y su influencia frente al aumento futuro de la temperatura (Bush, Hanselman y Gosling 2010). Por último, un estudio se concentró en el diseño de estrategias de conservación de los bosques en el altiplano (Cuyckens y otros 2016).

Tabla 2
Medidas de adaptación implementadas en el marco de los proyectos o programas del Estado con cooperación internacional

Iniciativa	Medidas de adaptación implementadas
Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático o Proyecto Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA) (2007-2014).	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de medidas piloto de adaptación en gestión integrada de los recursos hídricos considerando el impacto del retroceso glaciar. • Instalación de estaciones meteorológicas para el monitoreo del retroceso glaciar.
Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) (fase 1: 2009 -2013; fase 2: 2013-2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Más de 1200 familias participaron en concursos campesinos organizados por los gobiernos locales (municipios distritales) y las comunidades campesinas. Impacto focalizado en la adopción de buenas prácticas para la implementación de medidas de adaptación. • Hasta diciembre del 2012, el total de comunidades campesinas de las microcuencas Huacrahuacho (Cusco) y Mollebamba (Apurímac) habían asumido acuerdos y acciones comunales para el tratamiento de quebradas tributarias, la mejora ambiental y el incremento de la capacidad de infiltración de las aguas, y habían incidido también en sus autoridades locales para el financiamiento de proyectos vinculados. Se promovió el afianzamiento hídrico en dos microcuencas andinas —Huacrahuacho en el Cusco y Mollebamba en Apurímac—, mediante la habilitación de 205 <i>qochas</i> familiares y comunales. • Más de 1000 profesionales y técnicos de instituciones locales, regionales —Cusco y Apurímac—, nacionales y líderes comunitarios fortalecieron sus conocimientos, metodologías y uso de herramientas para la gestión de la adaptación al cambio climático. • En Cusco y Apurímac se formularon estrategias regionales y locales frente al cambio climático, en forma participativa y descentralizada, aprobadas por ordenanzas. Además, se movilizaron inversiones públicas para la ACC y se conformaron esquemas funcionales para la gestión transversal de la ACC en los gobiernos regionales de Cusco y Apurímac.
Proyecto Glaciares (fase 1: 2011-2015; fase 2: 2015-actualidad)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño e instalación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) en tiempo real. • Protocolo de acción, definición de rutas de evacuación y ejecución de simulacros para Carhuaz, Áncash. • Sistema de Gestión del Riesgo (SGR) para el distrito de Santa Teresa.

► Iniciativa	Medidas de adaptación implementadas
Proyecto Inversión Pública y Adaptación al Cambio Climático (fase 1: 2011-2015)	<p>Se constituyeron las siguientes instancias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Red de cooperantes en el Perú, convocada por el MINAM con la participación de la cooperación internacional, que permitió impulsar el fortalecimiento de capacidades para avanzar en la incorporación de la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático en la inversión pública. • Red Latinoamericana de Gestión del Riesgo y Cambio Climático en la Inversión Pública (GRICCIP), cuyo objetivo es desarrollar capacidades técnicas para los procesos de inversión pública con enfoque sistémico de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático. Participan Colombia, Costa Rica, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Uruguay; las expectativas fueron llegar a 15 miembros activos en el 2020. • Plataforma virtual para la gestión del conocimiento: a) desarrollo de un diplomado virtual dirigido a formuladores y evaluadores del SNIP, con la Dirección General de Inversión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas, en alianza con la Universidad Internacional de Costa Rica, b) Plataforma Digital de Información de Riesgos, que comprende un CD interactivo de los mapas de peligros.
Proyecto Adaptación Basada en Ecosistemas de Montaña (AbE Montaña) (2012-2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia técnica para la culminación de la ERCC de Junín. • Fomento de la elaboración de la ERCC de la región Lima. • Identificación de tres áreas vulnerables donde se están implementando las medidas del AbE: dos en Yauyos, Lima (Miraflores y Tanta) y una en Jauja, Junín (Canchayllo). • Incorporación del enfoque EbA en planes de desarrollo local de las comunidades, el plan maestro de la reserva paisajística Nor Yauyos Cochas, la ERCC de Junín y los lineamientos de Política de Inversión Pública en Materia de Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos.

Fuente: MINAM (2016).

Adaptación propia.

Un número reducido de investigaciones se centran en temas socioeconómicos, culturales, de política y seguridad alimentaria. Sobre esta última, se encontraron tres investigaciones que tratan sobre el cultivo de la papa y el saber local como estrategia de adaptación al cambio climático (Sanabria y Lhomme 2013, Valdivia-Díaz y otros 2015, Walshe y Argumedo 2016). Otros estudios se enfocan en recoger las percepciones y comportamientos de las poblaciones frente a los cambios en su medio (Young y Lipton 2006,

Brugger y otros 2013, Lennox y Gowdy 2014); incluso, algunos identifican o evalúan estrategias de adaptación (Byers 2007, Salzmán y otros 2009, Lee y otros 2014).

1.3. Prácticas espontáneas y proyectos de adaptación implementados

Como se mencionó anteriormente, el Estado peruano ha venido implementando iniciativas por medio de las diferentes entidades públicas y con el apoyo financiero de la cooperación internacional. Algunas han logrado implementar estrategias o proyectos de adaptación (tabla 2).

Asimismo, para la elaboración de la CNCC3, el MINAM registró 112 iniciativas —programas, proyectos y acciones— que han abordado la adaptación y gestión del riesgo frente al cambio climático.⁷ Estas iniciativas abordan los sectores agricultura y seguridad alimentaria, recursos hídricos, bosques, biodiversidad, áreas protegidas, salud, pesca y ciudades. Asimismo, presentan diversos enfoques: la mayoría de iniciativas (23%) cuentan con un enfoque basado en comunidades, seguidas por las del enfoque en gestión del riesgo (21%), y luego por el de cuencas y ecosistemas (20% cada una).⁸

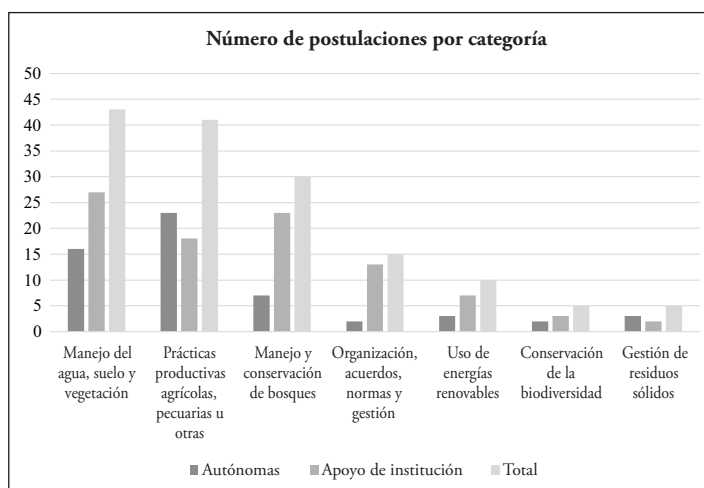
Por otro lado, también es posible identificar adaptaciones espontáneas o buenas prácticas de la población local. El MINAM, mediante el PACC y con el apoyo técnico-financiero de COSUDE, organizó en el 2014 el concurso Buenas Prácticas frente al Cambio Climático en el Medio Rural. Mediante este concurso, se pudo registrar 149 prácticas para enfrentar el cambio climático en 22 regiones del Perú. Estas experiencias son iniciativas autónomas de comunidades campesinas y nativas, y pequeños productores, así como buenas prácticas desarrolladas con apoyo de alguna institución (gráfico 3).

7 Registro de iniciativas frente al cambio climático en el Perú (2009-2015) para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

8 Las iniciativas pueden ser consultadas en el anexo 1 de la CNCC3 (Ministerio del Ambiente 2016).

Gráfico 3

Iniciativas de comunidades y pequeños productores para enfrentar el cambio climático



Fuente: Ministerio del Ambiente (2016).
Elaboración propia.

2. Una visión holística de las sinergias

2.1. ¿Cuán efectivos son el marco institucional, los estudios científicos y los proyectos para la adaptación de las poblaciones de montaña del Perú?

Como se aprecia en el acápite anterior, existe un significativo avance en la producción de documentos y programas de gestión del cambio climático en tres ámbitos: a) el de las entidades públicas; b) el de la producción científica sobre los efectos del cambio climático tanto respecto a los recursos (Baraer y otros 2012, Bury y otros 2011, Bury y otros 2013, Mark y otros 2010, entre otros) como a las poblaciones de montaña (Young y Lipton 2006, Lennox y Gowdy 2014); y c) el de los proyectos y las iniciativas de adaptación.

Sin embargo, a excepción de los proyectos y programas en los que el Estado ha trabajado de manera transectorial y transdisciplinaria, la mayoría de proyectos de adaptación han sido muchas veces implementados con una mirada sectorial, sin la suficiente información física y social, y sin tener en cuenta la realidad territorial en la que se desenvuelven. Asimismo, el conocimiento generado no incluye un componente de incidencia política, o por lo menos de difusión, para los actores locales de las zonas en estudio. Estas situaciones generan que muchas veces se dupliquen esfuerzos o se pierdan recursos del Estado en aras de implementar proyectos de adaptación. Esta falta de visión holística a nivel nacional para enfrentar el cambio climático se evidencia en las partes altas y bajas de las cuencas hidrográficas.

En la cuenca del Santa, por ejemplo, los estudios realizados por Mark y otros (2010), Bury y otros (2011), Baraer y otros (2012), y Bury y otros (2013), evidencian la pérdida dramática de la masa glaciar en la cordillera Blanca, los cambios hidrológicos que involucra y su implicancia para la población local. Baraer y otros (2012) señalan que el retroceso glaciar en la cordillera Blanca resulta en impactos complejos sobre la hidrología de la cuenca superior del río Santa. Los resultados sugieren que siete de las nueve cuencas de estudio probablemente han cruzado un punto de transición crítico, y ahora exhiben disminución de la descarga en la estación seca. Además, indican que una vez que los glaciares se derritan por completo, la descarga anual será inferior a la presente entre 2% y 30%, dependiendo de la cuenca. Asimismo, señalan que la influencia del retroceso sobre la descarga será más pronunciada durante la estación seca que en otras épocas del año, y resaltan que en La Balsa —donde se mide la descarga de la parte superior del río Santa— podría conducir a una disminución del 30% de la descarga promedio.

Por otro lado, el estudio de Mark y otros (2010) identificó, mediante entrevistas en profundidad a hogares de las comunidades de las partes altas de las cuencas de Querococha y Quillcay —parte de la red hídrica del Santa—, que los hogares tienen problemas de acceso a recursos de subsistencia claves como la tierra y el agua. Además, obtuvo el dato de que la gran mayoría de

hogares perciben que el retroceso de los glaciares es acelerado, y que el cambio climático incrementa su vulnerabilidad porque ocurren modificaciones en el acceso a los recursos hídricos, la producción agropecuaria y la variabilidad climática. Por último, contradictoriamente a lo que los hogares señalan, el estudio indica que el derretimiento glaciar ha generado un aumento en la descarga y contribución de agua en los caudales de las cuencas estudiadas.

En la misma línea de investigación, Bury y otros (2011) comprueban una aceleración en el retroceso del glaciar Yanamarey con implicancias en el flujo de la corriente durante la última década, a medida que la capacidad de almacenamiento estacional del glaciar se ha degradado. Mediante una evaluación interdisciplinaria que vincula el cambio hidrológico con la vulnerabilidad de los medios de vida en la cuenca Yanamarey, el estudio encuentra que las percepciones locales concuerdan con la tendencia del retroceso de los glaciares y la variabilidad hidrológica estacional. Los resultados de las encuestas aplicadas en los hogares estudiados muestran que los cambios en los recursos de agua, el aumento de los fenómenos meteorológicos extremos y las amenazas climáticas al turismo son todos nuevos vectores de la vulnerabilidad en la economía doméstica.

Esta información se ve complementada por el estudio de Bury y otros (2013), el cual resalta que los cambios actuales y escenarios en la cuenca del río Santa no solo están asociados a factores físicos, sino que también los factores socioeconómicos juegan —y jugarán— un papel importante en el futuro de los recursos hídricos y su gobernanza. La investigación identifica como forzantes sociales claves del cambio a la agricultura de pequeña escala, la minería, el uso de agua potable, la energía hidroeléctrica y la irrigación costera. Asimismo, advierte que estos vectores de cambios ecológicos y sociales generan una gobernanza compleja y conflictiva de los recursos hídricos, pues a pesar de la recesión glaciar aguas arriba, paralelamente hay un desarrollo económico rápido y de alto consumo aguas abajo. Además, el estudio señala que, en un futuro próximo, la disponibilidad hidrológica de la cuenca del río Santa disminuirá y será más variable conforme los glaciares pierdan sus cumbres nevadas.

La situación descrita para la cuenca del río Santa (cordillera Blanca) se repite en el Perú en diversas cuencas con origen glaciar del Pacífico: incompatibilidad de la realidad hídrica de la cuenca con la localización y el uso del agua por parte de sus diversos actores. En este contexto, el futuro exitoso de los proyectos de adaptación de las poblaciones de montaña, aguas arriba de la cuenca, puede verse limitado por el desarrollo económico intensivo basado en el uso del agua, aguas abajo, que no considera la disponibilidad y demandas actuales y futuras del recurso hídrico en el ámbito de toda la cuenca. Esto conlleva a que en el Perú se redefina el quehacer del Estado sobre lo que implica la mitigación y adaptación efectiva.

Por tanto, desde las políticas públicas se necesita una visión integral que responda a los efectos del cambio climático en función del territorio —como concepto que integra los aspectos físico, social, cultural y político— y no desde una propuesta sectorial. Y dado que no todos los cambios en el territorio tienen su origen en los cambios climáticos —sino que también pueden ser explicados por factores socioeconómicos, políticos y de mercado—, es preciso que la comunidad científica genere información ambiental, social y económica acerca de los Andes, que escasea hoy en día, y que es necesaria para implementar la adaptación (Huggel y otros 2015). Desde esta mirada holística, y con el fin de responder de manera efectiva a las tendencias globales y priorizar a los más vulnerables, se propone el concepto de cambio global y su análisis en los ecosistemas de montaña del Perú.

2.2. Cambio global

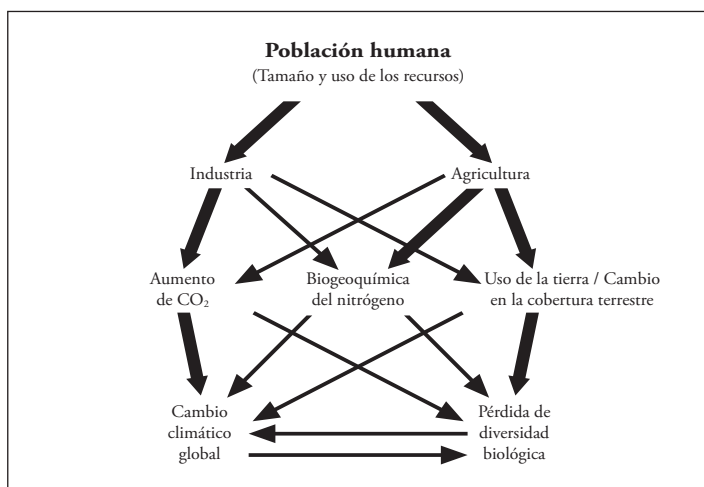
El cambio global es un concepto que agrupa una serie de dinámicas de transformación a escala planetaria, entre las cuales se encuentra el cambio climático. Así, el cambio global hace referencia a la suma de procesos de transformación a escala planetaria que tienen repercusiones significativas sobre el funcionamiento de la Tierra, que se expresan de maneras distintas y en diferentes escalas, ya sea afectando los componentes biofísicos —agua, aire,

suelos, biodiversidad—, alterando el comportamiento de las comunidades y ecosistemas y/o generando efectos en los sistemas socioeconómicos (Vergara Rodríguez 2012).

Dichas transformaciones se caracterizan por ser de naturaleza multivariada y no-lineal en sus orígenes y en sus impactos, y por tener mecanismos de retroalimentación y expresar comportamientos sinérgicos que dificultan su predicción mediante análisis no sistémicos (Centro de Cambio Global UC s. f.). Entonces, cuando hablamos de cambio global nos referimos tanto a las transformaciones causadas por la actividad humana como a las naturales, cuya característica común es la alteración de la capacidad de la Tierra para sustentar la vida.

De acuerdo con Vitousek (1994), son tres los componentes principales de este cambio que son irrefutables debido a que han sido ampliamente documentados y estudiados en diferentes ecosistemas a nivel global:

Gráfico 4
Componentes del cambio global



Fuente: Vitousek (1994).

Elaboración y traducción propia.

- a) El incremento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.
- b) La alteración del ciclo global de nitrógeno.
- c) Cambios en la cobertura y/o uso de la tierra.

Asimismo, señala que los cambios de estos componentes a nivel global, junto con otros más, producen alteraciones climáticas y ecológicas significativas en el planeta (gráfico 4). Según señalan Torres y Gómez (2008), el cambio global es inevitable, pero los mecanismos que generan degradación —cambios de uso del suelo, pérdida de biodiversidad, el agujero de la capa de ozono— sí pueden reducirse.

En este marco de cambio global, el calentamiento global es el calentamiento observado del promedio mundial de temperatura desde mediados del siglo XX, debido muy probablemente a la combinación del incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero antropógenas y de otros forzamientos antropógenos (IPCC 2013). En su informe de síntesis, el IPCC (IPCC 2007) señala que «es probable que se haya experimentado un calentamiento antropógeno apreciable en los últimos cincuenta años, en promedio para cada continente (exceptuada la región antártica)». No obstante, es necesario precisar que el calentamiento global incluye procesos naturales y que las emisiones de GEI refuerzan este calentamiento y sus impactos.

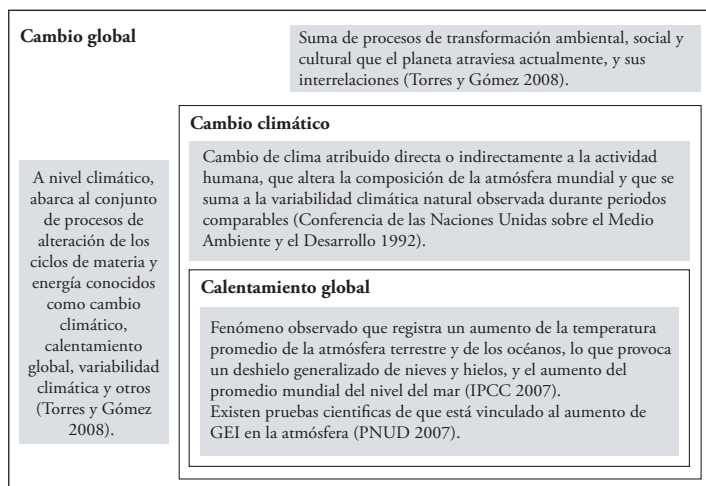
El efecto invernadero es un fenómeno natural necesario para la vida en la Tierra. Sin una atmósfera, la temperatura superficial de la Tierra sería aproximadamente de -18°C y no tendríamos agua en forma líquida. Gracias a la atmósfera y a los GEI, que absorben la radiación de onda larga (calor) emitida por la superficie terrestre, la temperatura promedio del planeta es de aproximadamente 15°C . Esta absorción y reemisión de la radiación de onda larga producida por los GEI —principalmente vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), metano y óxido nitroso— causa el aumento de la temperatura del planeta, fenómeno denominado *efecto invernadero*. Sin embargo, durante los últimos 200 años, en la era industrial, las actividades

humanas —quema de combustibles fósiles y la deforestación— han aumentado la concentración de GEI en la atmósfera a niveles mayores, en especial de CO₂ y de gases fabricados, como los gases fluorados. Así, el hombre ha intervenido en el funcionamiento natural del efecto invernadero, transformándolo de un mecanismo esencial para la vida en la Tierra en un problema de contaminación complejo: el cambio climático (Comisión Nacional de Cambio Climático 2002).

El cambio climático no solo implica el calentamiento de la temperatura promedio mundial, sino que implica alteraciones en la composición de la atmósfera mundial y de sus fenómenos, lo que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos comparables (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo 1992). Por lo anteriormente señalado, el cambio climático engloba el calentamiento global, pues no solo influye en la temperatura, sino en otras variables como la precipitación (Martín Vide 2008) (gráfico 5).

Gráfico 5

Cambio global, cambio climático y calentamiento global



Fuente: Vergara Rodríguez (2012).

Desde este enfoque, es importante resaltar la diferencia entre *cambio climático* y *variabilidad climática*. Esta última es uno de los términos fundamentales para hablar de adaptación, puesto que es natural del clima y está relacionada con los eventos meteorológicos extremos que ocurren con cierta periodicidad en la escala local y global (Montealegre 2004, USAID 2007, Vásquez 2009). En este sentido, la variabilidad climática no representa un problema en sí, puesto que siempre ha existido una relación natural entre esta y las poblaciones (Montealegre 2004), en especial de alta montaña, ya que toda adaptación ambiental implica la existencia de cambios en el entorno (Ravines 1978, Torres y Gómez 2008). Sin embargo, en la escala global, el cambio climático puede incidir en algunos cambios microambientales y aumentar la vulnerabilidad de poblaciones ligadas a actividades dependientes del medio, como ocurre en las zonas rurales del Perú.

2.3. ¿Por qué pensar en cambio global y no en cambio climático?

De acuerdo con The International Geosphere-Biosphere Programme (Steffen y otros 2005) y Camill (2010), los humanos están teniendo un gran impacto en el medioambiente global mediante *drivers* o factores causantes como el crecimiento poblacional, el uso de energía, los cambios en el uso del suelo y la polución. Por ello, en el ámbito científico la preocupación está centrada en analizar estos *drivers*, los cambios antropogénicos que producen —como el cambio climático— y sus impactos en la salud, en los sistemas ecológicos, en la seguridad alimentaria, entre otros. Asimismo, también se busca identificar qué cambios son producto de fuerzas naturales como la variabilidad climática.

La importancia de hablar de cambio global, y no solo de cambio climático, es que el concepto de cambio global es un «[...] concepto integrador que resalta la relación entre distintas problemáticas. No es posible pensar que los problemas ambientales están desvinculados de los sociales, económicos o culturales, todos se intercomunican e influyen» (Torres y Gómez 2008). Abordar los problemas actuales desde el enfoque de cambio global implica

un esfuerzo multidisciplinario desde las ciencias físicas —climatología, oceanografía, geología, etcétera—, biológicas —evolución, fisiología, ecología, etcétera—, y humanas y sociales —geografía, arqueología, sociología, antropología, economía, entre otras—. Implica también una solución conjunta desarrollada por actores científicos y no científicos; es decir, las alternativas o soluciones deben ser proporcionadas sobre la base de una interacción constante de los científicos físicos y sociales, la población involucrada y las personas que toman decisiones (Huggel y otros 2015).

2.4. ¿Por qué pensar en los ecosistemas de montaña y el cambio global?

Desde finales del siglo XVIII, las montañas fueron reconocidas como fuentes importantes de conocimiento por investigadores como Horace Bénédict de Saussure —quien escaló e investigó el Mont Blanc en 1787—, Alexander von Humboldt —quien investigó el medioambiente en su intento de ascender el Chimborazo en 1802— y Carl Troll —quien fundó Geographical Union's Commission on High-altitude Geoecology en 1968— (Messerli 2012). Al ser ambientes poco conocidos, las montañas proporcionaban información sobre la variabilidad de procesos físicos y ecológicos, y al mismo tiempo ofrecían a los investigadores oportunidades para explorar, medir y probar nuevos instrumentos (Mark 2015).

Sin embargo, fue a partir de la década de 1970 que se tomó conciencia de la creciente incidencia de las actividades humanas sobre el medioambiente y se produjeron tres impulsos científicos y políticos a nivel mundial, decisivos para el medioambiente y las montañas del mundo (Messerli 2012). En primer lugar, la fundación del programa Man and the Biosphere (1971) de la UNESCO y su proyecto 6, denominado «Impacto de las actividades humanas en los ecosistemas de montaña», que estimuló la superación de la gran brecha entre las ciencias naturales y sociales, así como el desarrollo de métodos y modelos para realizar enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios, y colaboraciones. En segundo lugar, la Conferencia del Medioambiente Humano, llevada a cabo

en 1972 en Estocolmo, que fue la primera conferencia de la ONU dedicada enteramente a temas de medioambiente. Y por último, la publicación de *The Limits to Growth* en 1972, por el Club de Roma, que describía los riesgos y límites del crecimiento exponencial en demografía, economía y tecnología cuando aún no se hablaba de sostenibilidad. Gracias a estos impulsos, en la década de 1980 se promovieron iniciativas de cooperación regional y mundial en la investigación y desarrollo de las montañas.

En la década de 1990, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en 1992 en Río de Janeiro, fue el comienzo de una nueva forma de pensar sobre los problemas globales y la cooperación mundial. Messerli (2012) resalta que las montañas del mundo ganaron un nuevo significado gracias al capítulo 13 del Programa 21, titulado «Ordenación de los ecosistemas frágiles: desarrollo sostenible de las montañas»:

Las montañas son una fuente importante de agua, energía y diversidad biológica. Además, son una fuente de dichos recursos claves como minerales, productos forestales y los productos agrícolas y de recreación. Como un importante ecosistema que representa la ecología compleja e interrelacionada de nuestro planeta, entornos montañosos son esenciales para la supervivencia del ecosistema global. Los ecosistemas de montaña, sin embargo, rápidamente cambian. Son susceptibles a la erosión acelerada del suelo, deslizamientos de tierra y rápida pérdida de hábitat y diversidad genética. En el lado humano, hay una pobreza muy extendida entre los habitantes de la montaña y la pérdida de los conocimientos indígenas. Como resultado, las zonas de montaña más globales están experimentando una degradación del medio ambiente. Por lo tanto, la correcta gestión de los recursos de la montaña y desarrollo socioeconómico de las personas merecen atención inmediata (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo 1992).

Así, en 1997 se realizó la Asamblea General para la revisión y aplicación de la Agenda 21, y comenzaron a publicarse textos referidos específicamente

a las montañas. En noviembre de 1998, la Asamblea General de Naciones Unidas declaró el 2002 como el Año Internacional de las Montañas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2000). Desde 1998 hacia delante, se desarrollaron programas globales dedicados específicamente a las montañas, como Global Observation Research Initiative in Alpine Environments (GLORIA), Global Mountain Biodiversity Assessment (GMBA) y Mountain Research Initiative (MRI). Incluso las iniciativas políticas globales dependían de la ciencia para su éxito; nos referimos, por ejemplo, a la Evaluación de Ecosistemas del Milenio —que condujo a la puesta en marcha de una evaluación específica de los ecosistemas de montaña— y al programa de la FAO sobre Manejo de Cuencas Hidrográficas y Desarrollo Sostenible de las Montañas. Todo esto indica el reconocimiento del nuevo significado de las montañas del mundo.

Actualmente, la relevancia e importancia de las montañas se analiza sobre la base del enfoque de cambio climático. Desde las convenciones de la ONU sobre el cambio climático y sobre la diversidad biológica, las montañas son importantes desde el punto de vista de los recursos hídricos, de su biodiversidad y de los servicios ambientales que ofrecen a sus poblaciones y a nivel global. Así, en el 2012 se llevaron a cabo dos conferencias que trataron el tema de montañas.

La primera fue la conferencia científica Planet under Pressure (Londres), que se dedicó específicamente a las montañas —«Mountains as arenas for adaptation to global change»— con el objetivo de explorar nuevas asociaciones y vías hacia la sostenibilidad global.

La segunda fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, también conocida como Río + 20. Aunque esta conferencia se centró en los temas de economía verde y desarrollo sostenible, en su documento final, *El futuro que queremos*, las montañas fueron resaltadas como proveedoras de beneficios esenciales para el desarrollo sostenible, y como regiones que albergan a comunidades, pueblos indígenas y poblaciones locales que se desarrollan sosteniblemente con sus recursos. Por último, se solicitó que, en las estrategias nacionales de desarrollo sostenible, los Estados

adoptaran una visión a largo plazo y enfoques holísticos, sobre todo políticas específicas para las montañas (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río + 20 2012).

De acuerdo con Mark (2015), en el enfoque de cambio global debemos estudiar las montañas porque se encuentran en la interfaz entre todos los aspectos del sistema de la Tierra, poseen una gran cantidad de recursos y el cambio global se aprecia con mayor claridad en ellas. Existe una creciente evidencia de que la tasa de calentamiento se amplifica con la elevación, de tal manera que los ambientes de alta montaña experimentan cambios más rápidos de temperatura que los ambientes situados en elevaciones más bajas. El calentamiento dependiente de la elevación (EDW por sus siglas en inglés) puede acelerar la tasa de cambio en los ecosistemas de montaña, sistemas criosféricos, regímenes hidrológicos y la biodiversidad. Entre los mecanismos que contribuyen al EDW se encuentran la retroalimentación entre el albedo de la nieve y la superficie terrestre, los cambios en el vapor de agua y la liberación de calor latente, los cambios en el vapor de agua superficial y el flujo de radiación, la pérdida de calor superficial y los cambios en la temperatura, y finalmente los aerosoles (Mountain Research Initiative EDW Working Group 2015).

The International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (Reasoner y otros 2002) resalta que las regiones de montaña representan aproximadamente una cuarta parte de la superficie terrestre del planeta, proporcionan bienes y servicios a más de la mitad de la humanidad y están en las inmediaciones de donde habita aproximadamente un cuarto de la población mundial. Además, Reasoner y otros (2002) proporcionan una serie de razones por las cuales estudiar las montañas (traducción propia):

- Las fuertes gradientes altitudinales en las regiones montañosas proporcionan excelentes oportunidades para detectar y analizar los procesos y fenómenos del cambio global. Las condiciones meteorológicas, hidrológicas, criosféricas y ecológicas cambian fuertemente en distancias relativamente cortas. Por ello, la biodiversidad tiende a ser alta, y a lo largo de las laderas de las montañas se

encuentran secuencias particulares de ecosistemas y sistemas criosféricos. Los límites entre estos sistemas experimentan transformaciones debido al cambio del medioambiente y pueden ser utilizados como indicadores sensibles de mecanismos forzantes.

- Las partes más altas de muchas cadenas montañosas no se ven afectadas de manera directa por las actividades humanas y, por lo tanto, proporcionan lugares donde los impactos ambientales del cambio climático pueden ser estudiados por sí solos directamente.
- Las regiones montañosas se distribuyen ampliamente por el planeta, desde el Ecuador casi hasta los polos y desde la zona oceánica a climas muy continentales. Esta distribución global ofrece oportunidades para realizar estudios regionales comparativos y análisis de diferenciación regional de los procesos de cambio ambiental. En cuanto a las condiciones ambientales cambiantes a lo largo de las laderas de las montañas, las transformaciones también se producen en las condiciones socioeconómicas, en el uso del suelo y la gestión de la tierra, en las prácticas de explotación de los recursos y en el atractivo de las regiones de montaña para el turismo.

Por otro lado, Reasoner y otros (2002), y Glochamore Consortium (2006), coinciden en señalar que los ambientes de montaña están experimentando una rápida degradación. Incluso, Reasoner y otros (2002) resaltan que se está convirtiendo en obsoleta la percepción tradicional de que las montañas representan sistemas prístinos completamente aislados del impacto humano, y solo marginalmente conectados a centros económicos, políticos y culturales de influencia. Los ecosistemas de montaña están siendo amenazados por la creciente escala global de los impactos de los sistemas ambientales y humanos —cambio climático, intensificación y sobreexplotación en la utilización de recursos, entre otros—, lo que limita la capacidad de respuesta tanto de los propios ecosistemas como de sus poblaciones.

Esto afecta sobre todo la provisión de servicios a nivel local y global, especialmente el agua. Reasoner y otros (2002) señalan que las montañas, «torres de agua del mundo», serán cada vez más importantes como fuentes

de agua dulce de gran parte de la humanidad. Las montañas de los países en desarrollo proporcionan en la actualidad más del 80% al 90% de los recursos hídricos de las tierras bajas circundantes para el riego, el agua, la industria y el uso doméstico potable; incluso el área de la superficie agrícola de regadío aumentó más del 40% a nivel mundial durante los últimos 30 años. Además, aproximadamente entre el 60% y el 70% del agua dulce disponible se utiliza en la actualidad para la producción de alimentos. En este contexto, y tomando en cuenta las tendencias para el futuro, es evidente la necesidad de aplicar estrategias eficaces para la gestión del territorio y de los recursos de las montañas, con el fin de realizar un seguimiento, anticipar y mitigar los efectos del cambio global en las regiones montañosas.

De acuerdo con Reasoner y otros (2002), estas estrategias deben tener la capacidad de sintetizar los aportes tanto de las ciencias físicas como de las ciencias sociales. Toda la información científica que se obtenga de las investigaciones debe ser traducida y compartida con la conciencia pública y con quienes toman decisiones para dar una respuesta política eficaz. En la Declaración de Ámsterdam,⁹ *Desafíos de una Tierra cambiante*, se concluyó que «[...] se requiere un nuevo sistema de la ciencia del medio ambiente mundial que integre todas las disciplinas, las cuestiones ambientales y de desarrollo, y las ciencias naturales y sociales. Esto es particularmente cierto para las regiones de montaña, dada la naturaleza sensible y compleja de la relación entre los ambientes de montaña y la gran cantidad de personas que habitan y dependen de ellos» (traducción propia).

3. Retos para la adaptación efectiva en el Perú

La aplicación y el éxito de los instrumentos, las políticas públicas y los programas de adaptación al cambio climático dependen de si consideran las escalas de tiempo y espacio que tratan el clima; y, sobre todo, si consideran

9 La declaración fue firmada, en julio del 2001, por más de 800 científicos pertenecientes a International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP) y World Climate Research Programme (WCRP).

a la población y su dinámica de vida, puesto que no todos los cambios o modos de vida obedecen a las variaciones climáticas. El análisis del comportamiento del clima y de la realidad compleja de las localidades de alta montaña es esencial para que quienes toman decisiones implementen políticas públicas y estrategias de desarrollo óptimas para la población. Al analizar esta realidad compleja en un escenario de cambio climático y en el marco del cambio global, se priorizarán actividades que ayuden a la reducción de la vulnerabilidad y a la adaptación de poblaciones con contextos físicos y sociales similares. Asimismo, de manera indirecta, se propicia la implementación de proyectos adecuados al medio físico, que mejoran la calidad de vida de las poblaciones.

El ejemplo utilizado con los estudios anteriormente mencionados nos muestra que en el Perú no existe una visión compartida —ni en el nivel sectorial ni en el nacional— de lo que implica la adaptación. A nuestro parecer, la adaptación exitosa de las poblaciones de montaña —y en general de cualquier población afectada por los efectos del cambio climático— requiere contar con una visión transectorial y holística de la realidad física y social peruana, que no solo considere el ámbito de mayor vulnerabilidad, sino también los territorios con los que comparte dinámicas territoriales. Esta visión implica la superación de múltiples retos, de los cuales nosotros consideramos como retos básicos pendientes de superar los siguientes tres.

Reto 1: ¿Cómo compatibilizar actividades productivas y modos de vida con la realidad hidrológica?

Existen diversas formas de gestionar el territorio en diversas escalas; no existe una única forma o receta para hacerlo a nivel local ni a nivel nacional en ningún país del mundo. En el Perú, la gestión territorial se encuentra en proceso. Contamos con las áreas de poder administrativo —como son los distritos, provincias y departamentos—, que están actualmente ligadas a los procesos de ordenamiento territorial impulsados por el MINAM. Sin embargo,

la información y estudios generados en el proceso no son vinculantes con las acciones o decisiones finales que se toman sobre el territorio, por lo que no podemos hablar propiamente de una gestión del territorio.

Dado que los ecosistemas de montaña son importantes por sus recursos hídricos, su biodiversidad y los servicios ambientales que ofrecen a sus poblaciones y a nivel global, un eje de partida para gestionar el territorio, compatibilizar actividades y promover adaptaciones exitosas podría ser la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH). Como se ha señalado, las montañas —«torres de agua del mundo»— serán cada vez más importantes como fuentes de agua dulce de gran parte de la humanidad (Reasoner y otros 2002). Por ello, partir de los recursos hídricos mediante el enfoque de cuencas podría ser una forma exitosa de gestionar el territorio holísticamente, pues la GIRH considera que los diferentes usos hídricos son interdependientes, y busca que las políticas sean coherentes en todos los sectores y que la toma de decisiones sobre estos sea participativa (Pochat 2008).

La GIRH podría ser ese enfoque territorial del cual carecen aún los estudios de ordenamiento del territorio que se vienen desarrollando en el Perú. La cuenca, entendida como la unidad física del agua —y por ende una unidad territorial bien delimitada—, tendría que abordarse con un doble enfoque: por un lado, el tema físico-ambiental relativo a la disponibilidad física del agua, su cantidad y calidad, y sus diversos usos, tendría que ser tratado por la ANA junto con instituciones como el SENAMHI y el IGP. Por otra parte, debido a la división administrativa del país, en esta cuenca existirán múltiples representaciones del poder del Estado —gobiernos locales, gobiernos provinciales e incluso gobiernos regionales—, los cuáles responderán a las preocupaciones más socioeconómicas de las personas que habitan en este espacio cuenca.

Asimismo, solo un trabajo transectorial entre los ministerios —en coordinación con la ANA y los gobiernos locales— permitirá contar con un verdadero sistema de información de recursos hídricos —a nivel de cuenca, subcuenca o microcuenca— que ayude a la toma de decisiones. Este sistema de información debe contener toda la información básica y actualizada para la

elaboración de balances hídricos de las cuencas —precipitación, escorrentía, evaporación, fuentes de agua, usos y demandas de agua, entre otros—, así como información relevante del territorio, como son cambios en la cobertura y uso de la tierra, lo cual tiene implicancia en los recursos hídricos —retroceso glaciar, bofedales, lagunas, entre otros—. Eventualmente, este sistema ayudaría a superar en parte dos grandes problemas de la gestión territorial en el Perú: la sectorialización, y los conflictos por usos y demandas del agua.

Los estudios llevados a cabo por Mark y otros (2010), y Bury y otros (2013), en el nivel de las microcuencas y la cuenca del Santa muestran que las unidades de cuencas son una escala territorial idónea para estudiar los cambios en el ambiente físico, así como la realidad social de las diferentes poblaciones y actividades económicas que comporten un mismo recurso afectado por el cambio climático. Además, la mayoría de estudios y escenarios climáticos realizados en el Perú, así como el Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos de la ANA, se han elaborado en el nivel de cuencas, lo cual debería aprovecharse para profundizar en el aspecto social y en los proyectos de adaptación. Una propuesta es que se realicen estudios como los mencionados en las cuencas del Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos de la ANA, aprovechando el avance en recopilación de información científica y la gestión de los consejos de cuenca en las cuencas Chancay-Huaral, Chancay-Lambayeque, Chili, Chira-Piura, Tacna y Tumbes.

Reto 2: Proyectos de adaptación que tomen en cuenta la realidad física y social en su ámbito de estudio, así como las realidades externas

Evidentemente la generación de información científica sobre las tendencias actuales y futuras de variables hidrometeorológicas y de otros fenómenos relacionados con el clima, así como de los ecosistemas, deben orientar los proyectos de adaptación. No es idóneo formular este tipo de proyectos sin considerar el comportamiento y los cambios que experimentan la temperatura, la precipitación, el caudal de las fuentes de agua y los eventos extremos, así como los recursos naturales contenidos en el ámbito de estudio.

Los estudios de percepción muestran que las poblaciones solo tienen una limitada respuesta sobre las causas de los cambios ocurridos en su medio; para elaborar proyectos de adaptación, se necesita que estos estudios y la información científica se complementen. Por ejemplo, en los ecosistemas de montaña, las heladas son los eventos extremos que más afectan las actividades agrícolas y ganaderas de las poblaciones. Sin estudios que permitan conocer su comportamiento y mientras no se implemente un sistema de alerta temprana, la capacidad de respuesta de las poblaciones seguirá siendo nula o escasa.

Por otra parte, en muchas oportunidades, los llamados proyectos de adaptación no toman en cuenta la realidad local —ligada a lo socioeconómico— e imponen «sus adaptaciones» basadas en el conocimiento científico generado. Por ejemplo, se promueve la siembra de agua con especies no nativas, como el eucalipto, que a su vez genera un valor agregado con la leña. Sin embargo, esta especie también ha tenido un efecto contraproducente en las poblaciones que desconocían la planta y la aprovecharon como sombra y cortaviento de sus sembríos, ya que las raíces del eucalipto absorben bastante agua de sus alrededores y secan esos suelos. Por ello, es fundamental recoger información de la realidad local y de las prácticas ya adoptadas frente a la variabilidad climática, para potenciar y mejorar aquellas que van acorde con los cambios del espacio físico.

Asimismo, los proyectos de adaptación en el nivel local tienen un impacto significativo en la mejora de la calidad de vida de las poblaciones de montaña que participan en ellos. Como evidencian los proyectos de adaptación reseñados, las poblaciones mejoran su acceso al agua y sus sistemas de riego, adaptan sus cultivos e incluso adoptan los sistemas de alerta temprana frente a los riesgos. No obstante, en el largo plazo —y sobre todo en lo que se refiere al uso de recursos, en especial el agua—, las prácticas adaptativas pueden verse afectadas por los usos y demandas de recursos naturales de los alrededores del ámbito de acción. Es decir, si los proyectos se desarrollan solo con una visión local, con el transcurso del tiempo, otros factores externos pueden perjudicar o limitar sus beneficios. Esto involucra la transdisciplinariedad desde las ciencias geográficas y sociales, mediante

una investigación profunda de los procesos históricos, sociales, económicos y políticos de cada área o ámbito influenciado por los efectos del cambio climático. Solo así los estudios permitirán comprender de qué manera los cambios globales desencadenan procesos e impactan en una escala local en dichas cuencas.

En esta línea, consideramos importante mencionar las propuestas desarrolladas por Glochamore Consortium (2006), la iniciativa AndesPlus (2012) y Huggel y otros (2015) como marcos que se deben considerar para la integración del conocimiento científico en los proyectos de adaptación. Se han seleccionado dichas propuestas por cuatro razones fundamentales: a) las metodologías y enfoques parten de una visión integral que corresponde al concepto de cambio global; b) se desarrollaron en el marco de un proceso que involucró tanto a organismos gubernamentales como a la comunidad científica; c) están basadas en información, metodologías y experiencias previas; y d) están contextualizadas en los ecosistemas de montaña, dos de ellas particularmente en los Andes.

El Glochamore Consortium (2006) propone una estrategia de investigación para gestores de las reservas de biósfera de montaña y científicos que implementan investigación con el objetivo de entender el cambio global en las regiones de montaña. La estrategia está construida sobre la base de la presunción de que el manejo sostenible puede ser alcanzado con la participación de los *stakeholders*, y considerando los ejes principales de la causalidad del cambio global y sus impactos sobre los ecosistemas, los bienes y servicios ecosistémicos, las economías regionales, la salud y los arreglos institucionales. Durante la vida del proyecto PRAA, el Consorcio Andesplus desarrolló una metodología marco para la formulación de líneas de base y medidas de adaptación al cambio climático en ecosistemas de alta montaña. Esta metodología involucró la participación de los cuatro países de la CAN —Bolivia, Colombia, el Ecuador y el Perú, mediante sus ministerios del Ambiente e instituciones técnicas: servicios de meteorología e hidrología o defensa—, así como de universidades e institutos de investigación de Suiza y Austria (AndesPlus 2012).

Sobre la base de esta experiencia, Huggel y otros (2015) desarrollaron un marco para la contribución científica en la adaptación al clima, el cual comprende tres etapas: a) la definición y el marco del problema; b) la evaluación científica del clima, los impactos, las vulnerabilidades y los riesgos; y c) la evaluación de las opciones de adaptación y su implementación. En este marco analizan —mediante los principales proyectos de adaptación en los Andes tropicales— la interacción entre ciencia y política, e identifican las limitaciones y los alcances que han tenido esos proyectos en la tarea de implementar medidas de adaptación. A partir de esta información, el estudio se centra en la evaluación científica y en cómo contribuye al proceso de adaptación. La propuesta define los siguientes ejes temáticos, de acuerdo con su importancia para la región de los Andes y los actores involucrados: la climatología, los recursos hídricos, la agricultura y la seguridad alimentaria, los ecosistemas, y los peligros naturales y riesgos. Los aspectos sociales, culturales, económicos y políticas son considerados como temas transversales que implican una aproximación altamente interdisciplinaria.

Reto 3: Integrar investigaciones físicas y sociales en las políticas públicas

Como ha quedado claro a lo largo de este documento, la gestión territorial —entendida como una gestión transversal, *bottom-up* y *up-down*— debe estar basada en información de calidad. Información referida tanto al ambiente físico —conocimiento del estrés hídrico de una zona, dinámica de los humedales, desglaciación, escenarios de cambio climático, entre otros— como al socioeconómico y cultural —dinámicas económicas, demografía de la población, roles de género en el manejo de recursos, etcétera—. Toda esta información científica debe ser el insumo principal para el diseño, la implementación y el seguimiento de las políticas que se ejecutarán.

Nuevamente, esto nos lleva a hablar de un sistema de información territorial. La integración de la información científica con la información socioeconómica de la población local y de sus alrededores es lo que permitirá que los proyectos de adaptación que se elaboren alcancen un

impacto positivo sostenible. Esta integración debe constituir un sistema de información territorial que contemple, entre otros, información histórica de las variables climáticas a nivel local —la cual ha sido recientemente liberada por el SENAMHI— para los investigadores o implementadores de proyectos de adaptación.

Dado que cualquier territorio es el resultado de un conjunto de recursos ambientales, humanos, institucionales, económicos y culturales que inciden en su desarrollo económico, es necesario identificarlos (Jiménez Taracido y Vélez Méndez 2012). Un sistema de información territorial (SIT) que disponga de esta información y de herramientas de información geográfica facilitará la implementación de estrategias, proyectos y políticas adecuadas para el desarrollo territorial. Además, debe permitir el libre acceso a este tipo de información de manera simplificada —informes, gráficos y mapas—, para facilitar a los gobiernos locales tomar decisiones, con mayor prontitud y celeridad, ante eventos meteorológicos y climáticos que puedan afectar a su población local, y para generar conocimiento en las poblaciones involucradas en los proyectos de adaptación.

Este sistema podría tener un alcance geográfico en diversas escalas —nacional, provincial, distrital o de cuencas— y ser alimentado por los sistemas de información nacional, regional y ministerial ya existentes, así como por la comunidad científica, lo cual permitiría que se difunda información entre los diversos actores. Mediante este intercambio, el SIT integraría información física y social de los espacios donde se han desarrollado o desarrollan investigaciones y proyectos de diferente naturaleza. Esto haría posible que los investigadores, implementadores y personas que toman decisiones centren su atención en los territorios vulnerables y los vacíos de información, y así se evite la duplicidad de esfuerzos o recursos en futuras iniciativas y se logre la implementación de políticas públicas eficaces. Por otro lado, actualmente los proyectos de adaptación llegan solo hasta el paso de la implementación; muy pocos cuentan con un proceso de autoevaluación. Frente a este vacío, el SIT podría contribuir tanto a la definición de índices de evaluación como al seguimiento y monitoreo de los programas de adaptación implementados.

Referencias bibliográficas

- AndesPlus (2012). *Metodologías para la formulación de líneas de base y medidas de adaptación al cambio climático en ecosistemas de alta montaña*. Consorcio AndesPlus. Universidad de Zurich.
- Andres, Norina; Fernando Vegas Galdos, Waldo Sven Lavado Casimiro y Mas-similiano Zappa (2014). Water resources and climate change impact modelling on a daily time scale in the Peruvian Andes. *Hydrological Sciences Journal*, 59(11), 2043-2059.
- Ávalos, Verónica del Rosario y Jaime Hernández (2015). Projected distribution shifts and protected area coverage of range-restricted Andean birds under climate change. *Global Ecology and Conservation*, 4, 459-469. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989415000918>.
- Baraer, Michael; Bryan G. Mark, Jeff M. McKenzie, Thomas Condom, Jeffrey Bury, Kyung In Huh, César Portocarrero, Jesús Gómez y Sarah Rathay (2012). Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology*, 58(207), 134-150.
- Brugger, Julie; Katherine Dunbar, Christine Jurt y Ben Orlove (2013). Climates of anxiety: comparing experience of glacier retreat across three mountain regions. *Emotion, Space and Society*, 6, 4-13.
- Burns, Patrick y Anne Nolin (2014). Using atmospherically-corrected landsat imagery to measure glacier area change in the Cordillera Blanca, Peru from 1987 to 2010. *Remote Sensing of Environment*, 140, 165-178.
- Bury, Jeffrey; Bryan G. Mark, Jeff M. McKenzie, Adam French, Michael Baraer, Kyung In Huh, Marco Alfonso Zapata y Ricardo Jesús Gómez (2011). Glacier recession and human vulnerability in the Yanamarey watershed of the Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change*, 105(1-2), 179-206.
- Bury, Jeffrey; Bryan G. Mark, Mark Carey, Kenneth R. Young, Jeffrey M. McKenzie, Michael Baraer, Adam French y Molly H. Polk (2013).

- New geographies of water and climate change in Peru: coupled natural and social transformations in the Santa River watershed. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(2), 363-374.
- Bush, Mark; Jennifer Hanselman y William Gosling (2010). Nonlinear climate change and Andean feedbacks: an imminent turning point? *Global Change Biology*, 16, 3223-3232.
- Byers, Alton C. (2007). 27 Changing climates, changing lives: strengthening adaptive response capacities to climate change in the Huascarán Biosphere Reserve, Peru, and Sagarmatha (Mt. Everest) National Park, Nepal. *Developments in Earth Surface Processes*, 10, 249-250.
- Camill, Philip (2010). Global Change. *Nature Education Knowledge*, 3(10), 49.
- Carery, Mark; Christian Huggel, Jeffrey Bury, César Portocarrero y Wilfried Haeberli (2012). An integrated socio-environmental framework for glacier hazard management and climate change adaptation: lessons from Lake 513, Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change*, 112, 733-767.
- Carey, Mark (2005). Living and dying with glaciers: people's historical vulnerability to avalanches and outburst floods in Peru. *Global and Planetary Change*, 47(2-4), 122-134.
- Carey, Mark; Michael Baraer, Bryan G. Mark, Adam French, Jeffrey Bury, Kenneth R. Young y Jeffrey M. McKenzie (2014). Toward hydro-social modeling: merging human variables and the social sciences with climate-glacier runoff models (Santa River, Peru). *Journal of Hydrology*, 518(Part A), 60-70.
- Carey, Mark; Adam French y Elliott OBrien (2012). Unintended effects of technology on climate change adaptation: an historical analysis of water conflicts below Andean Glaciers. *Journal of Historical Geography*, 38(2), 181-191.
- Catenazzi, Alessandro; Edgar Lehr y Vance T. Vredenburg (2013). Thermal physiology, disease, and amphibian declines on the eastern slopes of the Andes. *Conservation Biology*, 28(2), 509-517.

- Centro de Cambio Global UC (s. f.). *Cambio global*. Recuperado de <http://cambioglobal.uc.cl/en/cambio-global.html>.
- Chevallier, Pierre; Bernard Pouyaud, Wilson Suárez y Thomas Condom (2011). Climate change threats to environment in the tropical Andes: glaciers and water resources. *Regional Environmental Change*, 11(Suppl. 1), 179-187.
- Chinga-Alayo, Erick; Erick Huarcaya, Carmen Nasarre, Roberto del Águila y Alejandro Llanos-Cuentas (2004). The influence of climate on the epidemiology of bartonellosis in Ancash, Peru. *Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene*, 98(2), 116-124.
- Comisión Nacional de Cambio Climático (2001). *Primera comunicación nacional del Perú a la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Lima: Consejo Nacional del Ambiente.
- Comisión Nacional de Cambio Climático (2002). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Versión 8. Lima.
- Condom, Thomas; Marisa Escobar, David Purkey, Jean Christophe Pouget, Wilson Suárez, Cayo Ramos, James Apaestegui, Arnaldo Tacsí y Jesús Gómez (2012). Simulating the implications of glaciers' retreat for water management: a case study in the Rio Santa basin, Peru. *Water International*, 37(4), 442-459.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río + 20 (2012). *Resolución 66/288. El futuro que queremos*. Recuperado de http://www.pnuma.org/sociedad_civil/documents/reunion2012/CIVIL%20SOCIETY%20PARTICIPATION/20120727%20Rio+20%20Documento%20El%20futuro%20que%20queremos.pdf.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.

- Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992). *Programa 21*. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21toc.htm>.
- Correa, Sly W.; Carlos R. Mello, Sin C. Chou, Nilton Curi y Lloyd D. Norton (2016). Soil erosion risk associated with climate change at Mantaro River basin, Peruvian Andes. *Catena*, 147, 110-124.
- Cuyckens, Griet; Duncan Christie, Alejandra Domic, Lucio Malizia y Daniel Renison (2016). Climate change and the distribution and conservation of the world's highest elevation woodlands in the South American Altiplano. *Global and Planetary Change*, 137, 79-87.
- Dollfus, Olivier (1981). *El reto del espacio andino*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Dornbusch, Uwe (2000). Correspondence on: modern and last local glacial maximum snowlines in the Central Andes of Peru, Bolivia, and Northern Chile. *Quaternary Science Reviews*, 20(10), 1153-1155.
- Emmer, Adam; Edwin C. Loarte, Jan Klimes y Vít Vilímek (2015). Recent evolution and degradation of the bent Jatunraju glacier (Cordillera Blanca, Peru). *Geomorphology*, 228, 345-355.
- Evans, Stephen G.; Nicholas F. Bishop, Lionel Fidel Smoll, Patricio Valderrama Murillo, Keith B. Delaney y Anthony Oliver-Smith (2009). A re-examination of the mechanism and human impact of catastrophic mass flows originating on Nevado Huascarán, Cordillera Blanca, Peru in 1962 and 1970. *Engineering Geology*, 108(1-2), 96-118.
- Feeley, Kenneth J.; Miles R. Silman, Mark B. Bush, William Farfan, Karina Garcia Cabrera, Yadvinder Malhi, Patrick Meir, Norma Salinas, Mireya Natividad Rauraru y Sassan Saatchi (2011). Upslope migration of Andean trees. *Journal of Biogeography*, 38(4), 783-791.
- Fraser, Barbara (2012). Goobye glaciers. *Nature*, 491(7423), 180-182.

- GLOCHAMORE Consortium. (2006). *The Global Change and Mountain Regions (GLOCHAMORE): research strategy*. Zurich: The Mountain Research Initiative. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001471/147170E.pdf>.
- Gómez, Cynthia; Graciela Prado y Haydeé Carrasco (2007). *Tecnologías respondiendo a los desastres*. Lima: Soluciones Prácticas-ITDG.
- Gordon, Ryan P.; Laura K. Lautz, Jeffrey M. McKenzie, Bryan G. Mark, Daniel Chávez y Michael Baraer (2015). Sources and pathways of stream generation in tropical proglacial valleys of the Cordillera Blanca, Peru. *Journal of Hydrology*, 522, 628-644.
- Herreros, J.; Isabel Moreno, Jean-Denis Taupin, Patrick Ginot, Nicolas Patris, M. De Angelis, Marie-Pierre Ledru, Fanny Delachaux y Ulrich Schotterer (2009). Environmental records from temperate glacier ice on Nevado Coropuna saddle, southern Peru. *Advances in Geosciences*, 22, 27-34. Recuperado de <http://www.adv-geosci.net.ezproxy.idrc.ca/22/27/2009/adgeo-22-27-2009.pdf>.
- Hofer, Marlis; Thomas Mölg, Ben Marzeion y Georg Kaser (2010). Empirical-statistical downscaling of reanalysis data to high-resolution air temperature and specific humidity above a glacier surface (Cordillera Blanca, Peru). *Journal of Geophysical Research-All Series*, 115(D12). Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009JD012556/full>.
- Hoffman, Joachim (2010). Do climate changes influence dispersal and population dynamics of dragonflies in the western Peruvian Andes? *Bio Risk*, 5, 47-72.
- Huggel, Christian; Marlene Scheel, Franziska Albrecht, Norina Andres, Pierluigi Calanca, Christine Jurt, Nikolay Khabarov, Daniel Mira-Salama, Mario Rohrer, Nadine Salzmann, Yamina Silva, Elizabeth Silvestre, Luis Vicuña y Massimiliano Zappa (2015). A framework for the science contribution in climate adaptation: experiences from science-policy processes in the Andes. *Environmental Science and Policy*, 47, 80-94.

- Huh, Kyung In; Bryan A. Mark y Chris Hopkinson (2012). Changes of topographic context of the Yanamarey glaciers in the Tropical Peruvian Andes. En Christopher M. U. Neale y Michael H. Cosh (Eds.), *Remote Sensing and Hydrology* (pp. 333-336). IAHS.
- IPCC (2001). *Cambio climático 2001: la base científica. Resúmenes del Grupo de Trabajo I del IPCC*. Ginebra: IPCC.
- IPCC (2007). *Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. [Equipo de redacción principal: Rajendra K. Pachauri y Andy Reisinger (directores de la publicación)]. Ginebra: IPCC.
- IPCC (2013). Resumen para responsables de políticas. En Thomas F. Stocker, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Melinda M. B. Tignor, Simon K. Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex y Pauline M. Midgley (Eds.). *Cambio climático 2013: bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jefatura de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, Perú (2014). *Proyecto de adaptación basada en ecosistemas de montaña*. Recuperado de <http://www.undp.org/content/dam/peru/docs/Publicaciones%20medio%20ambiente/pe.EbA%20Montaña.pdf>.
- Jiménez Taracido, Eva y Susana Vélez Méndez (2012). *Foro virtual. Diseño e implementación de sistemas de información territorial (SIT) para iniciativas de desarrollo económico local*. Recuperado de <http://docplayer.es/9315721-Diseno-e-implementacion-de-sistemas-de-informacion-territorial-sit-para-iniciativas-de-desarrollo-economico-local.html>.
- Jomelli, Vincent; Vincent Favier, Antoine Rabatel, Daniel Brunstein, Georg Hoffmann y Bernard Francou (2009). Fluctuations of glaciers in the tropical Andes over the last millennium and palaeoclimatic impli-

- cations: a review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3-4), 269-282.
- Juen, Irmgard; Georg Kaser y Christian Georges (2007). Modelling observed and future runoff from a glacierized tropical catchment (Cordillera Blanca, Perú). *Global and Planetary Change*, 59(1-4), 37-48.
- Kaser, Georg; Irmgard Juen, Christian Georges, Jesús Gómez y William Tamayo (2003). The impact of glaciers on the runoff and the reconstruction of mass balance history from hydrological data in the tropical Cordillera Blanca, Perú. *Journal of Hydrology*, 282(1-4), 130-144.
- Lee, David R.; Svetlana Edmeades, Erwin De Nys, Andrew McDinald y Willem Janssen (2014). Developing local adaptation strategies for climate change in agriculture: a priority-setting approach with application to Latin America. *Global Environmental Change*, 29, 78-91.
- Lennox, Erin y John Gowdy (2014). Ecosystem governance in a highland village in Peru: facing the challenges of globalization and climate change. *Ecosystem Services*, 10, 155-163.
- López-Moreno, Juan; S. Fontaneda, Jesús Revuelto, César Azorín-Molina, Blas Valero-Garcés, Enrique Morán-Tejeda, Sergio Vicente-Serrano, Ricardo Zubieta y J. Alejo-Cochachin (2014). Recent glacier retreat and climate trends in Cordillera Huaytapallana, Peru. *Global and Planetary Change*, 12, 1-11.
- López-Moreno, Juan; Blas Valero-Garcés, Bryan Mark, Thomas Condom, Jesús Revuelto, César Azorín-Molina, Juan Bazo, Matías Frugone, Santiago Beguería y J. Alejo-Cochachin (2016). Hydrological and depositional processes associated with recent glacier recession in Yanamarey catchment, Cordillera Blanca (Peru). *Science of The Total Environment*. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.11.107
- Lutz, David A.; Rebecca L. Powell y Miles R. Silman (2013). Four decades of Andean timberline migration and implications for biodiversity loss with climate change. *PLoS ONE*, 8(9), 1-9.

- Lynch, Barbara D. (2012). Vulnerabilities, competition and rights in a context of climate change toward equitable water governance in Peru's Rio Santa Valley. *Global Environmental Change*, 22(2), 364-373.
- Maletta, Héctor y Emiliano Maletta (2011). *Climate change, agriculture and food security in Latin America*. Essex: Multi-Science Publishing.
- Malleta, Héctor (2009). El pan del futuro: cambio climático, agricultura y alimentación en América Latina. *Debates en Sociología*, 34, 117-176.
- Malone, Andrew G.; Raymond T. Pierrehumbert, Thomas V. Lowell, Meredith A. Kelly y Justin S. Stroup (2015). Constraints on southern hemisphere tropical climate change during the Little Ice Age and Younger Dryas based on glacier modeling of the Quelccaya Ice Cap, Peru. *Quaternary Science Reviews*, 125, 106-116.
- Mark, Bryan (2015). *Curso de capacitación Cambio Global en las Montañas* [diapositiva]. Lima: UNMSM. 34 diapositivas.
- Mark, Bryan G. (2008). Tracing tropical Andean glaciers over space and time: some lessons and transdisciplinary implications. *Global and Planetary Change*, 60(1-2), 101-114.
- Mark, Bryan G. y Geoffrey O. Seltzer (2005). Evaluation of recent glacier recession in the Cordillera Blanca, Peru (AD 1962-1999): spatial distribution of mass loss and climatic forcing. *Quaternary Science Reviews*, 24(20-21), 2265-2280.
- Mark, Bryan G.; Jeffrey Bury, Jeffrey M. McKenzie, Adam French y Michael Baraer (2010). Climate change and tropical Andean glacier recession: evaluating hydrologic changes and livelihood vulnerability in the Cordillera Blanca, Peru. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(4), 794-805.
- Martín Vide, Javier (2008). La nueva realidad del calentamiento global: un decálogo del cambio climático. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/49.htm>.

- Masuda, Shozo; Izumi Shimada y Craig O. Morris (Eds.) (1985). *Andean ecology and civilization: an interdisciplinary perspective on Andean ecological complementarity*. Tokyo: University of Tokio Press.
- McFadden, E., J. Ramage y D. Rodbell (2011). Landsat TM and ETM + derived snowline altitudes in the Cordillera Huayhuash and Cordillera Raura, Peru, 1986-2005. *Cryosphere*, 5(2), 419-430. Recuperado de <http://www.the-cryosphere.net/5/419/2011/tc-5-419-2011.pdf>.
- Messerli, Bruno (2012). Global change and the world's mountains. *Mountain Research and Development*, 12(1), 55-63.
- Ministerio de Agricultura (2012). *Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario Periodo 2012-2021- PLANGRACC- A*. Lima: Ministerio de Agricultura.
- Ministerio del Ambiente (2010a). *En el Perú*. Recuperado de <http://cambioclimatico.minam.gob.pe/cambio-climatico/sobre-cambio-climatico/que-impactos-tiene/en-el-peru/>.
- Ministerio del Ambiente (2010b). *Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2010c). *Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2012). *Perú: informe país 20 años después de Río. Resumen ejecutivo*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2015). *Estrategia Nacional ante el Cambio Climático*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2016). *Tercera comunicación nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Lima: MINAM.
- Minvielle, Marie y René D. Garreaud (2011). Projecting rainfall changes over the South American Altiplano. *Journal of Climate*, 24(17), 4577-4583.

- Montealegre, José Edgar (2004). *Escalas de la variabilidad climática*. Recu-perado de https://www.rds.org.co/aa/img_upload/aea709feb9d6e6499a219fa83c2c5451/Escalas_de_la_variabilidad_clim_tica.pdf.
- Mountain Research Initiative EDW Working Group (2015). Elevation-dependent warming in mountain regions of the world. *Nature Climate Change*, 5, 424-430.
- Murra, John (1975). *Formaciones económicas y políticas del mundo andino*. Lima: IEP.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2000). *Año Internacional de las Montañas: documento de conceptos*. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/iym/en/aboutiym/aim2002e.pdf>.
- Peduzzi, Pascal; Christian Herold y Walter Claudio Silverio Torres (2010). Assessing high altitude glacier thickness, volume and area changes using field, GIS and remote sensing techniques: the case of Nevado Coropuna (Peru). *Cryosphere*, 4(3), 313-323. Recuperado de <http://www.the-cryosphere.net/ezproxy.idrc.ca/4/313/2010/tc-4-313-2010.pdf>.
- Pepin, Emilie; Jean Guyot, Elisa Armijos, Haydeé Bazán, Pascal Fraisy, Jean Moquet, Luis Noriega, Waldo Lavado, Rodrigo Pombosa y Philippe Vauchel (2013). Climatic control on Eastern Andean denudation rates (Central Cordillera from Ecuador to Bolivia). *Hydrology*, 44, 85-93. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jean-Loup_Guyot/publication/235332388_Climatic_control_on_eastern_Andean_denudation_rates_Central_Cordillera_from_Ecuador_to_Bolivia/links/00463517da7add7004000000.pdf.
- Pochat, Víctor (2008). *Principios de gestión integrada de los recursos hídricos: bases para el desarrollo de planes nacionales*. Global Water Partnership. Recuperado de http://www.gwp.org/Global/GWP-CAm_Files/Bases%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Planes%20Nacionales.pdf.

- Presidencia del Consejo de Ministros (2003). *Aprueban la Estrategia Nacional sobre Cambio Climático. Decreto Supremo 086-2003-PCM*. Lima.
- Programa de Adaptación al Cambio Climático (s. f.). *Publicaciones*. Recuperado de <http://www.paccperu.org.pe/es/publicaciones/4/>.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2007). *Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido*. Nueva York: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Proyecto Glaciares (2016). *Publicaciones*. Recuperado de <http://www.proyectoglaciares.pe/category/publicaciones/>.
- Pulgar-Vidal, Javier (2014). *Geografía del Perú: las ocho regiones naturales* (12^a ed.). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ravines, Rogger (Ed.) (1978). *Tecnología andina* (1^a ed.). Lima: IEP e Instituto de Investigación Tecnológica, Industrial y de Normas Técnicas.
- Reasoner, Mel; Lisa Graumlich, Bruno Messerli y Harald Bugmann (2002). Global change and mountains. *IHDP Update*, 1, 1-4. Recuperado de <http://ihdp.unu.edu/docs/Publications/Secretariat/Update-Dimensions/IHDP-Update-2002-1.pdf>.
- Rehm, Evan M. y Kenneth J. Feeley (2013). Forest patches and the upward migration of timberline in the southern Peruvian Andes. *Forest Ecology and Management*, 305, 204-211.
- Roa-García, María Cecilia; Patricia Urteaga-Crovetto y Rocío Bustamante-Zenteno (2015). Water laws in the Andes: a promising precedent for challenging neoliberalism. *Geoforum*, 64, 270-280.
- Rosas, G.; Stefanie Gubler, C. Oria, D. Acuña, G. Ávalos, M. Begert, E. Castillo, M. Crosi-Maspoli, F. Cubas, M. Dapozzo, A. Díaz, D. Van Geijtenbeek, M. Jacques, T. Konzelmann, W. Lavado, A. Matos, F. Mauchle, M. Rohrer, A. Rossa, S. Scherrer, M. Valdez, M. Valverde, G. Villar y E. Villegas (2016). Towards implementing climate services in Peru-The project CLIMANDES. *Climate Services*, 4, 30-41.

- Sagredo, Esteban A.; Summer Rupper y Thomas V. Lowell (2014). Sensitivities of the equilibrium line altitude to temperature and precipitation changes along the Andes. *Quaternary Research*, 81(2), 355-366.
- Salzmann, Nadine; Christian Huggel, P. Calanca, A. Díaz, T. Jonas, C. Jurt, T. Konzelmann, P. Lagos, Mario Rohrer, Walter Silverio y M. Zappa (2009). Integrated assessment and adaptation to climate change impacts in the Peruvian Andes. *Advances in Geosciences*, 22, 35-39. Recuperado de <http://www.adv-geosci.net/22/35/2009/adgeo-22-35-2009.pdf>.
- Salzmann, Nadine, Christian Huggel, Mario Rohrer, Walter Silverio, Bryan Mark, Patrick Burns y César Portocarrero (2013). Glacier changes and climate trends derived from multiple sources in the data scarce Cordillera Vilcanota region, southern Peruvian Andes. *Cryosphere*, 7(1), 103-118.
- Sanabria, Janeet y Jean-Paul Lhomme (2013). Climate change and potato cropping in the Peruvian Altiplano. *Theoretical and Applied Climatology*, 112(3-4), 683-695.
- Schauwecker, Simone; Mario Rohrer, D. Acuña, Alejo Cochachin, Luzmila Dávila, Holger Frey, Claudia Giráldez, Jesús Gómez, Christian Huggel, Martin Jacques-Coper, Edwin Loarte, Nadine Salzmann y Mathias Vuille (2014). Climate trends and glacier retreat in the Cordillera Blanca, Peru, revisited. *Global and Planetary Change*, 119, 85-87.
- Scheel, M.; Mario Rohrer, Christian Huggel, D. Santos Villar, Elizabeth Silvestre Espinoza, y George Huffman (2011). Evaluation of TRMM multi-satellite precipitation analysis (TMPA) performance in the Central Andes region and its dependency on spatial and temporal resolution. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 2649-2663. Recuperado de <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/ezproxy.idrc.ca/15/2649/2011/hess-15-2649-2011.pdf>.
- Schneider, Daniel; Christian Huggel, Alejo Cochachin, Sebastián Guillén y Javier García (2014). Mapping hazards from glacier lake outburst

- floods based on modelling of process cascades at Lake 513, Carhuaz, Peru. *Advances in Geosciences*, 35, 145-155. Recuperado de <http://www.adv-geosci.net/35/145/2014/adgeo-35-145-2014.pdf>.
- Schwarb, M.; Daniel Acuña, T. Konzelmann, Mario Rohrer, Nadine Salzmann, B. S. Serpa López y Elizabeth Silvestre (2011). A data portal for regional climatic trend analysis in a Peruvian High Andes Region. *Advances in Science y Research*, 6, 219-226.
- Seimon, Tracie; Anton Seimon, Peter Daszak, Stephan R. Halloy, Lisa M. Schloegel, César A. Aguilar, Preston Sowell, Alex Hyatt, Bronwen Konecky y John Simmons (2007). Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology*, 13(1), 288-299.
- Silverio, Walter y Jean Michael Jaquet (2005). Glacial cover mapping (1987-1996) of the Cordillera Blanca (Peru) using satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, 95(3), 342-350.
- Silverio, Walter y Jean Michael Jaquet (2012). Multi-temporal and multi-source cartography of the glacial cover of Nevado Coropuna (Arequipa, Peru) between 1955 and 2003. *International Journal of Remote Sensing*, 33(18), 5876-5888.
- Steffen, Will; Angelina Sanderson, Peter Tyson, Jill Jäger, Pamela Matson, Berrien Moore III, Frank Oldfield, Katherine Richardson, John Schellnhuber, B. Turner y Robert J. Wasson (2005). *Global change and the earth system: a planet under pressure* (2ª ed.). Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Thompson, L.; E. Mosley-Thompson, M. Davis, V. Zagorodnov, I. Howat, V. Mikhlenko y P. N. Lin (2013). Annually resolved ice core records of tropical climate variability over the past ~1800 years. *Science*, 340(6135), 945-950. Recuperado de <https://www.cfa.harvard.edu/~wsoon/HongYan2014-d/ThompsonLonnieetal13-TropicalIce-CoreVar-1800yrs.pdf>.

- Thouret, J. C.; G. Enjolras, K. Martelli, O. Santoni, J. A. Luque, M. Nagata, A. Arguedas, L. Macedo, D. K. Chester y R. I. Tilling (2013). Combining criteria for delineating lahar-and flash-flood-prone hazard and risk zones for the city of Arequipa, Peru. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(2), 339-360.
- Torres, Juan y Anelí Gómez (Eds.) (2008). *Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes*. Lima: Soluciones Prácticas-ITDG.
- Troll, Carl (1980). Las culturas superiores andinas y el medio geográfico. *Allpanchis*, 15, 3-55.
- Urrutia, Rocío y Mathias Vuille (2009). Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research-All Series*, 114(D2). Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2008JD011021/full>.
- USAID (2007). *Adapting to climate variability and change: a guidance manual for development planning*. Washington, DC: United States Agency for International Development.
- Valdivia-Díaz, Merelyn; Severin Polreich, María de los Ángeles La Torre-Cuadros y Stef de Haan (2015). Local knowledge of native potato (*Solanum spp*) for long-term monitoring on three Andean communities of Apurímac, Peru. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 64-65.
- Vásquez, Nelson (2009). *La variabilidad, una constante en nuestro clima*. Recuperado de <http://www.cambioclimatico.org/contenido/la-variabilidad-una-constante-en-nuestro-clima>.
- Vergara Rodríguez, Karla (2012). *Variabilidad climática, percepción ambiental y estrategias de adaptación de la comunidad de Conchucos, Áncash*. Lima: Sociedad Geográfica de Lima y Ministerio de Educación.
- Vimeux, Françoise; Patrick Ginot, Margit Schwikowski, Mathias Vuille, Georg Hoffmann, Lonnie G. Thompson y Ulrich Schotterer (2009). Climate variability during the last 1000 years inferred from Andean

- ice cores: a review of methodology and recent results. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3-4), 229-241.
- Vitousek, Peter M. (1994). Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, 75(7), 1861-1876.
- Vuille, Mathias; Bernard Francou, Patrick Wagnon, Irmgard Juen, Georg Kaser, Bryan G. Mark y Raymond S. Bradley (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: past, present and future. *Earth-Science Reviews*, 89(3-4), 79-96.
- Vuille, Mathias; Georg Kaser, y Irmgard Juen (2008). Glacier mass balance variability in the Cordillera Blanca, Peru and its relationship with climate and the large-scale circulation. *Global and Planetary Change*, 62(1-2), 14-18.
- Walshe, Rory y Alejandro Argumedo (2016). Ayni, Ayllu, Yanantin and Chanincha: the cultural values enabling adaptation to climate change in communities of the potato park, in the Peruvian Andes. *GALA*, 25(3), 166-173. Recuperado de <http://discovery.ucl.ac.uk/1522199/1/s8.pdf>.
- Weng, Chengyu; Mark B. Bush, Jason H. Curtis, Alan L. Kolata, Tom D. Dillehay y Micahel W. Binford (2006). Deglaciation and holocene climate change in the western Peruvian Andes. *Quaternary Research*, 66(1), 87-96.
- Winkler, M.; I. Juen, T. Mölg, Patrick Wagnon, J. Gómez y G. Kaser (2009). Measured and modelled sublimation on the tropical Glaciar Artesonraju, Peru. *The Cryosphere*, 3(1), 21-30. Recuperado de <https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00421261/file/tc-3-21-2009.pdf>.
- Young, Kenneth R. y Jennifer K. Lipton (2006). Adaptive governance and climate change in the tropical highlands of Western South America. *Climate Change*, 78(1), 63-102.

Anexo

Tabla A-1

Investigaciones en el marco de PROCLIM, SCNCC, PRAA, PACC, Glaciares, IMACC, CNCC3 y otros¹⁰

Proyecto o programa	Escenarios climáticos	Estudios físicos	Análisis socioeconómico y ambiental
PROCLIM	<ul style="list-style-type: none">• Escenarios climáticos futuros y disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río Santa para el 2030.	<ul style="list-style-type: none">• Vulnerabilidad física natural en la cuenca del río Piura y determinación de las áreas de interés.• Caracterización biofísica de la cuenca del río Santa.• Evaluación del deterioro de los recursos naturales frente a los impactos extremos de origen hidrometeorológico en la cuenca del río Santa.• Integración, análisis y propuesta del modelo bioclimático para el ecosistema de humedal en la cuenca del río Santa.• Determinación de la disponibilidad hídrica presente y futura.• Atlas climático de precipitación y temperatura del aire en la cuenca del río Mantaro.• Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura (2006-2010).	<ul style="list-style-type: none">• Evaluación de la vulnerabilidad y adaptación marina y pesquera a los efectos del cambio climático en la cuenca del río Piura.• Patrones de riesgo de desastre asociados con los efectos locales del cambio climático global en la cuenca del río Piura: procesos sociales, vulnerabilidad y adaptación.• Vulnerabilidad social y de género en la cuenca del río Piura• Evaluación local integrada (ELI) y estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca del río Piura.• Caracterización socioeconómica actual de la cuenca del río Santa.• Vulnerabilidad socioeconómica de la cuenca del río Santa y medidas de adaptación al cambio climático.• ELI de la cuenca del río Santa.• Diagnóstico de la cuenca del río Mantaro desde la visión del cambio climático.• Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro (ELI).

10 La implementación de iniciativas de adaptación en cada uno de estos programas es detallada en la tabla 2 (p. 464).

► Proyecto o programa	Escenarios climáticos	Estudios físicos	Análisis socioeconómico y ambiental
SCNCC	<ul style="list-style-type: none">• Escenarios nacionales.• Escenarios climáticos para el 2030.	<ul style="list-style-type: none">• Caracterización biofísica.• Evaluación del deterioro de los recursos naturales por el cambio climático de la cuenca del río Mayo y subcuenca Yuracyacu.• Evaluación de los peligros naturales en la cuenca del río Mayo y subcuenca Yuracyacu.	<ul style="list-style-type: none">• Análisis socioeconómico de la cuenca del río Mayo y subcuenca Yuracyacu.• Caracterización socioeconómica• ELI de la cuenca del río Mayo.
	<ul style="list-style-type: none">• Escenarios climáticos futuros para el 2050 y el 2100 para la cuenca del río Mantaro.• Escenarios climáticos futuros para el 2050 y el 2100 para la cuenca del río Urubamba.	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de la disponibilidad hídrica presente y futura. Subcuenca de Shullcas.• Determinación de la disponibilidad hídrica presente y futura. Subcuenca Santa Teresa.	<ul style="list-style-type: none">• Evaluación de metodologías y elementos de análisis para el desarrollo de proyectos de adaptación al cambio climático en zonas de alta montaña: experiencia de investigación en la subcuenca del río Shullcas (Junín).• Análisis del clima actual y futuro en la cuenca del río Mantaro, y sus impactos en la disponibilidad hídrica y cultivos prioritizados en la subcuenca del río Shullcas.• Impacto del cambio climático y medidas de adaptación para los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas.• Análisis del clima actual y futuro en la cuenca del río Urubamba, y sus impactos en la disponibilidad hídrica y cultivos prioritizados en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco.
PACC		<ul style="list-style-type: none">• Estudio <i>Oferta hídrica actual y futura de la microcuenca Huacrahuacho.</i>• Estudio <i>Análisis histórico de eventos climáticos extremos y la caracterización y evaluación de riesgos de desastres ocasionados por peligros climáticos y de remoción en masa en la microcuenca Huacrahuacho.</i>	<ul style="list-style-type: none">• Agua, sistemas productivos, riesgo de desastres, percepciones y cultura de la microcuenca Huacrahuacho.• Estudio de demanda hídrica actual de la microcuenca Huacrahuacho.• Estudio de gestión del agua y conflictos por el agua, e importancia del cambio climático en su desencadenamiento en la microcuenca Huacrahuacho.

► Proyecto o programa	Escenarios climáticos	Estudios físicos	Análisis socioeconómico y ambiental
Proyecto Glaciares		<ul style="list-style-type: none">• Estudio <i>Oferta hídrica actual y futura de la microcuenca Mollebamba.</i>• Estudio <i>Análisis histórico de eventos climáticos extremos y la caracterización y evaluación de riesgos de desastres ocasionados por peligros climáticos y de remoción en masa en la microcuenca Mollebamba.</i>	<ul style="list-style-type: none">• Estudio de los impactos de la variabilidad y cambio climático en los sistemas culturales. Una visión desde la población rural de la microcuenca Huacrahuacho.• Diagnóstico local integrado de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la microcuenca Huacrahuacho.• Agua, sistemas productivos, riesgos de desastres, percepciones y cultura de la microcuenca Mollebamba.• Estudio de demanda hídrica actual y futura de la microcuenca Mollebamba.• Estudio de gestión del agua y conflictos por el agua y la importancia del cambio climático en su desencadenamiento en la microcuenca Mollebamba.• Estudio de los impactos de la variabilidad y cambio climático en los sistemas culturales. Una visión desde la población rural de la microcuenca Mollebamba.• Diagnóstico local integrado de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la microcuenca Mollebamba.
		<ul style="list-style-type: none">• Determinación de la disponibilidad hídrica presente y futura de la cuenca del río Santa.• Determinación de la disponibilidad hídrica presente y futura de la cuenca del río Chancay.• Determinación de la disponibilidad hídrica presente y futura de la cuenca del río Rímac.• Determinación de la disponibilidad hídrica presente y futura de la cuenca del río Vilcanota.	

► Proyecto o programa	Escenarios climáticos	Estudios físicos	Análisis socioeconómico y ambiental
IMACC	Escenarios regionales en Áncash, Huancavelica, Huánuco, Ica, Moquegua, Puno, San Martín, Tacna y Ucayali.		
TCNCC		<ul style="list-style-type: none">• Simulación de escenarios de disponibilidad hídrica en las cuencas de los ríos Alto Apurímac (Cunyac), Mala, Pampas y Urubamba.• Impacto del cambio climático en la disponibilidad de los recursos hídricos: cuenca del río Chicama.• Impacto del cambio climático en la disponibilidad de los recursos hídricos: cuenca del río Huaura.• Impacto del cambio climático en la disponibilidad de los recursos hídricos: cuenca del río Tarma.	
Programa Conjunto de las Naciones Unidas Gestión Integral y Adaptativa de Recursos Ambientales para minimizar Vulnerabilidades al Cambio Climático en Microcuencas Altoandinas	Escenario en la cuenca de Santo Tomás.		►

► Proyecto o programa	Escenarios climáticos	Estudios físicos	Análisis socioeconómico y ambiental
Proyecto de Adaptación al Cambio Climático y Reducción del Riesgo de Desastres en Ica y Huancavelica (ACCIH)	Escenarios en las cuencas de los ríos Pisco e Ica.		
Proyecto Análisis y Mapeo de Impactos del Cambio Climático para la Adaptación y Seguridad Alimentaria (AMICAF).	Escenarios regionales.		
Otros proyectos		Disponibilidad hídrica superficial en las cuencas de los ríos Mantaro Rímac y Santa, en un contexto de cambio climático para el horizonte 2030-2039.	

Fuentes: Ministerio del Ambiente (2010b, 2016).